

# Mariene Parken: Schetsen voor duurzame energie en biomassa op zee

Rapport in opdracht van InnovatieNetwerk, opgesteld door:  
Drs. Rob van Beek en Drs. Anouk Florentinus, m.m.v.:  
Louis Coulomb, Drs. Quirin Sluijs en Ir. Peter Scheijgrond



Projectleider InnovatieNetwerk:  
Dr.ir. Jan de Wilt

Dit rapport valt binnen het thema “Duurzaam Ondernemen”, concept “Mariene Parken”.



Postbus 19197  
3501 DD Utrecht  
tel.: 070 378 56 53

internet: <http://www.innovatienetwerk.org>

Het ministerie van LNV nam het initiatief tot en financiert InnovatieNetwerk.

ISBN: 978 – 90 – 5059 – 353 – 3

Overname van tekstdelen is toegestaan, mits met bronvermelding.

Rapportnr. 08.2.168, Utrecht, juni 2008.



# Voorwoord

De productie van aquatische biomassa op zee staat al enige tijd op de agenda van InnovatieNetwerk. Dit komt voort uit de noodzaak om de rijke bronnen van de zee op een duurzame wijze te exploiteren. De zeevisserij loopt tegen ecologische grenzen en de olie- en gasvoorraden op zee raken uitgeput. Ons voedsel en onze energie op andere manieren te produceren. De zee is in potentie een rijke bron zijn van tal van grondstoffen voor bijv. voedsel, energie, geneesmiddelen, biomaterialen voedingsgrondstoffen en chemie. Ideeën op dit terrein worden beschreven in de volgende rapporten:

- Mariene Biotechnologie – Kansen voor nieuwe markten (mei 2003),
- Zee in Zicht – Zilte waarden duurzaam benut (i.s.m. STT) (maart 2004),
  - Mariene Parken – Duurzaam op zee (maart 2004),
  - Sustainability in Aquaculture – Designing for the Future (september 2004).

Er is een veelheid aan ideeën, maar de praktijk is helaas weerbarstig. We staan aan het begin van een transitie naar vormen van zeelandbouw. Er moeten nieuwe combinaties worden gemaakt tussen uiteenlopende sectoren, zoals landbouw, energie en waterbouw. Het bestaande denken en doen, dat sterk is gericht op land en niet op zee, moet worden omgegooid. De kennis over wat wel en niet mogelijk is, is nog beperkt.

Om de domeinen van landbouw en energie te verbinden, heeft InnovatieNetwerk opdracht gegeven aan Ecofys, een consultancybureau voor duurzame energie, om te bezien welke synergie er op deze terreinen mogelijk is. Dat heeft geleid tot een viertal ontwerpen. Een ervan lijkt al op redelijke termijn haalbaar: BioQ8, de productie van aquatische biomassa, zoals vissen, mosselen, wieren en algen, gekoppeld aan een platform bij een leeg gasveld. Dit zal verder worden uit-

gewerkt door een consortium van partijen, waaronder de exploitant van dit platform.

De andere ontwerpen hebben een langere tijdshorizon, maar zijn gebaseerd op hetzelfde principe: het koppelen van verschillende functies op zee, waarbij zoveel mogelijk wordt aangehaakt bij reeds bestaande infrastructuur, zoals windmolenparken en platforms. Wij menen dat hiermee een eerste, inspirerende aanzet is gegeven om tot praktisch realiseerbare projecten te komen voor aquatische biomassaproductie op zee.

Uit de combinatie van domeinen zou een geheel nieuwe sector kunnen ontstaan, die we zouden kunnen aanduiden met de term “zeelandbouw”.

Ik wens u veel leesplezier!

Dr. G. Vos,  
Directeur InnovatieNetwerk





# Inhoudsopgave

## Voorwoord

## Samenvatting **1**

## 1. Waarom dit project? **5**

## 2. Het project “Mariene Parken” **9**

- 2.1 Eerdere ideeën 9
- 2.2 Uitgangspunten en randvoorwaarden 11
- 2.3 Keuzes en componenten 13

## 3. De ontwerpen **17**

- 3.1 Inleiding 17
- 3.2 BioQ8 18
- 3.3 Sea-Spar-Star 25
- 3.4 North Sea Fish Platform 30
- 3.5 Almare 34

## 4. Beoordeling, discussie en vervolg **41**

- 4.1 Vergelijking 41
- 4.2 Ranking 42
- 4.3 Vorming consortium: van BioQ8 naar Zeenergie 43

## Bijlage

- 1. Betrokkenen Mariene Parken 45
- 2. Originele schetsen BioQ8 49
- 3. Artikel Sealand 53
- 4. Jacques Rogerie’s Seafarm en Sea Orbiter 55
- 5. Referenties 59

## Summary **61**





# Samenvatting

De huidige samenleving vraagt om nieuwe, duurzame oplossingen op het gebied van energievoorziening en voedselproductie. De toenemende druk op beschikbare bronnen staat hierin centraal. Te denken valt aan de overbevissing op de oceanen en de Noordzee, de grotere druk op de stroomvoorziening in Europa, met uitval tot gevolg, en de toegenomen spanningen op de olie- en gasmarkt.

“Mariene Parken” streeft naar meervoudig ruimtegebruik, op een duurzame wijze en met mogelijke functiecombinaties, zoals de productie van aquatische biomassa en energiewinning, op zee. Deze notitie beschrijft kansrijke combinaties tussen duurzame energieproductie, duurzame aquacultuur (biomassa en vis) en innovatieve nieuwe woon- en recreatievoorzieningen op zee.

Uit een ontwerpatelier en een serie gesprekken met experts zijn vier ontwerpen voortgevloeid binnen het concept “Mariene Parken”:

- **BioQ8:** Drijvende aquacultuur (zilte biomassa zoals wieren en algen, schelpdieren en vissen) gecombineerd met de productie van duurzame energie door middel van stroming- en golfenergie, middels aan een bestaand olie- of gasplatform bevestigde constructies.
- **Sea-Spar-Star:** Aquacultuur gekoppeld aan drijvende windturbines op diepere offshorelocaties.
- **North Sea Fish Platform:** Centrale visafslag voor ontvangst, monitoring, verwerking en distributie van visvangst in Noordzee, mogelijk gecombineerd met getijden- en golfenergie, op een bestaand olieplatform.
- **Almare:** Drijvende constructie met onderwaterruimtes en aquacultuur, eventueel aangevuld met getijden- of golfenergie winning en windenergie, voor legio doeleinden, zoals huisvesting en recreatie.

Deze vier ontwerpen zijn verder uitgewerkt en op haalbaarheid beoordeeld aan de hand van een aantal criteria.

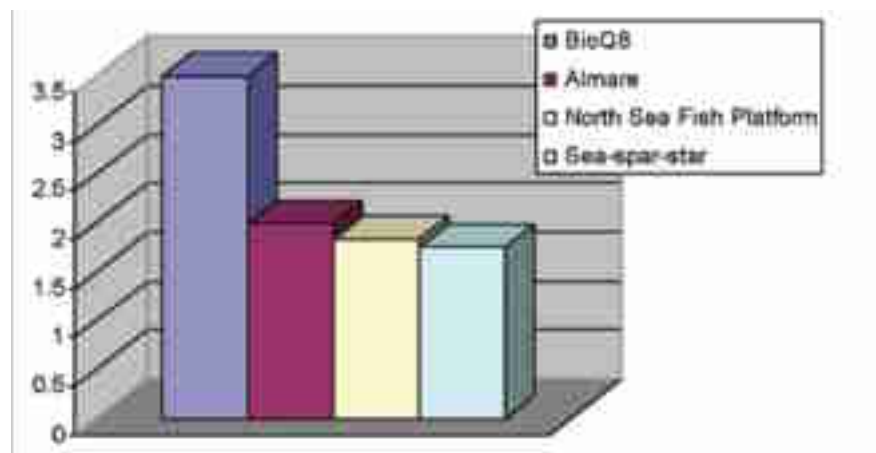
Criterion	BioQ8	Sea Spar Star	North Sea Fish platform	Almare
Economisch	+/-	-	-	+/-
Juridisch	+/-	+	+/-	-
Ecologisch	+/-	+/-	+/-	+/-
Technologisch	+	-	+	+/-
Draagvlak	+	+	+/-	+
Organisatie	+	-	-	+

Tabel 1: Haalbaarheid ontwerpen aan de hand van verschillende criteria.

- + Dit criterium zal waarschijnlijk niet de kans van slagen hinderen en zeker bijdragen aan de haalbaarheid.
- Dit criterium is een hindernis in de ontwikkeling van dit project en verlaagt de kans van slagen van het project.
- +/- Voor dit criterium bestaat onzekerheid of dit wel of niet een belemmering voor de realisatie van het project is.

Op basis van bovenstaande scoringstabel en de beoordeling van de atelierdeelnemers op hun haalbaarheid, kan de volgende rangschikking in kans van slagen van de ontwerpen aangegeven worden, binnen een schaal van 1 (niet haalbaar) tot 4 (zeker haalbaar).

Figuur 1: Geschatte haalbaarheid ontwerpen (1=niet; 4=zeker haalbaar).



BioQ8 is zowel in de ogen van de atelierdeelnemers als in de ogen van de experts het meest haalbare concept.

De reeds gelegde contacten met eigenaar Wintershall van het bestaande gasplatform Q8a, de in het ontwerpatelier gelegde contacten, de daar geopperde ideeën en het verder uitgewerkte BioQ8-ontwerp hebben geleid tot een aanzet voor een mogelijk consortium: Zeenergie. Zeenergie heeft als doel verschillende duurzame functies in synergie met elkaar op zee te realiseren: duurzame energieproductie (waverotor), aquacultuur voor voeding en energie (visolie en biodiesel uit algen) en CO<sub>2</sub>-opslag gekoppeld aan bestaande en niet meer producerende olie/gas platforms.

Het voorbeeldontwerp is – hoe beeldend en “logisch” ook – slechts een eerste schets. Op meerdere vlakken zal het verder uitgewerkt moeten worden tot een businesscase in samenspraak met de beoogde consortiumpartners.



# I.

# Waarom dit project?

De huidige samenleving vraagt om nieuwe, duurzame oplossingen op het gebied van energievoorziening en productie van aquatische biomassa. De toenemende druk op beschikbare bronnen staat hierin centraal. Te denken valt aan de overbevissing op de oceanen en de Noordzee, de grotere druk op de elektriciteitsvoorziening in Europa, met groter kans op uitval tot gevolg, en de toegenomen spanningen op de olie- en gasmarkt.

Een belangrijke reden om na te denken over duurzame alternatieven is de bedreiging van klimaatveranderingen, zoals geschetst in het boek en de film van Al Gore, en de daarmee samenhangende versnelde zeespiegelstijging. Ook de publicatie “Staat van het Klimaat 2006” (Platform Communication on Climate Change) geeft de urgentie van deze problematiek aan. Klimaatverandering wordt in directe relatie gebracht met de uitstoot van CO<sub>2</sub>-emissies van fossiele energiebronnen. Als gevolg hiervan is er meer en meer aandacht voor duurzame alternatieven voor de energievoorziening, zoals biomassa en windenergie. Voor de ontwikkeling van deze duurzame energievoorziening is slechts beperkte ruimte beschikbaar op land. Recente ontwikkelingen richten zich dan ook op de mogelijkheden op zee voor bijvoorbeeld windmolenparken of de teelt van biomassa (aquacultuur). De markt voor aquatische productie van biomassa richt zich niet alleen op deze non-foodtoepassingen (energievoorziening) maar ook op food-toepassingen.

“Mariene Parken” staat symbool voor het streven naar meervoudig ruimtegebruik, op een duurzame wijze en met mogelijke functiecombinaties, zoals voedselproductie en energiewinning, op zee.

Duurzame energieproductie en teelt van aquatische biomassa vertegenwoordigen allebei sterk groeiende markten. Tot op heden zijn ze

gescheiden gebleven, terwijl ze in feite sterk aan elkaar verbonden zijn doordat ze allebei op zee geoogst kunnen worden. De zee is als werkterrein, behalve voor de olie- en gasindustrie, visserij, telecom en zandwinning, nog weinig aangeboord.

Het streven van het “Mariene Parken”-project is om het potentieel vorm te geven dat ontstaat uit mogelijke functiecombinaties. Deze notitie beschrijft kansrijke combinaties tussen duurzame energieproductie, duurzame aquacultuurkweek (biomassa en vis) en innovatieve nieuwe woon- en recreatievoorzieningen op zee. Daarmee is een eerste stap gezet. Partijen met visie, uithoudingsvermogen, enthousiasme en investeringscapaciteit zullen samen met InnovatieNetwerk de verdere ontwikkelingsrichting van dit ambitieuze project bepalen.

Nieuwe technieken en kansrijke oplossingen komen niet uit de lucht vallen. De bedreigingen bieden ook kansen voor innovatieve ondernemers om oplossingen te ontwerpen en in de markt te zetten. Het vraagt moed en visie van overheden en marktpartijen om middelen vrij te maken zodat potentieel goede ideeën leiden tot concrete projecten en markten. Nodig is een mix van oplossingen voor de korte en de lange termijn met een fasering in de ontwikkeling. De opgedane ervaringen op de korte termijn kunnen zo bijdragen aan de lange-termijnoplossingen.







# 2.

## Het project “Mariene Parken”

### 2.1 Eerdere ideeën

Het concept “Mariene Parken” kent een rijke historie aan ideeën. Hieronder volgt een kort overzicht van relevante recente ontwikkelingen.

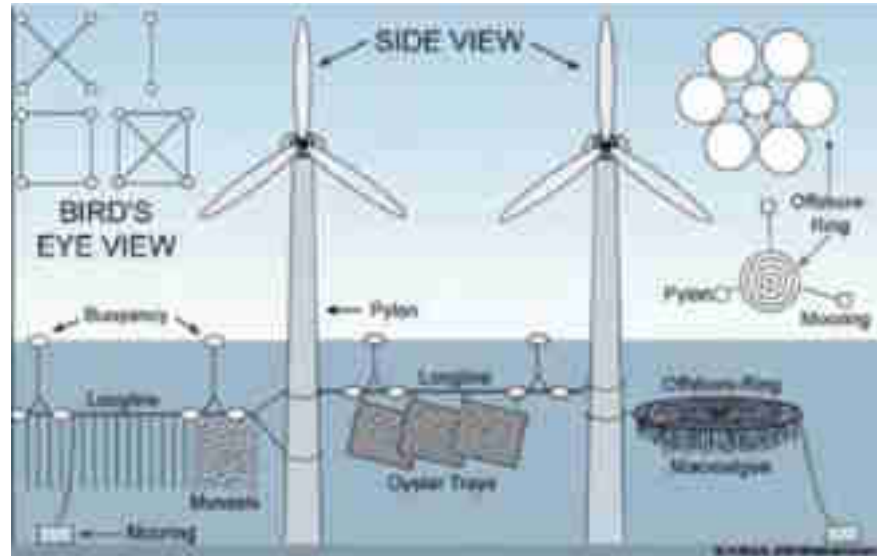


*Figuur 2: InnoFisk.*

**InnoFisk1:** Het concept voor een gesloten viskweekstelsel op een schip of drijvende bak is ontwikkeld op initiatief van InnovatieNetwerk. Een bestaand schip wordt omgebouwd tot een combinatie van viskwekerij, visverwerkingsfabriek en productiebedrijf van visvoer. De haalbaarheidsstudie (uitgevoerd door de Stichting Dreamstart) concludeert dat het concept technisch haalbaar is. Echter, door de operationele kosten, de

vereiste investeringen en de verwachte inkomsten in de eerste drie jaren, is het InnoFisk-concept op dit moment in deze vorm commercieel niet haalbaar. Een combinatie teelt van zalm met kabeljauw en tong zou de commerciële haalbaarheid vergroten. Op het gebied van combinatie teelt, visvoersamenstelling, verwerking van slib en dierenwelzijn is echter nog veel research & development noodzakelijk. Momenteel wordt een pilot voorbereid met enkele kottersvissers uit Volendam.

Figuur 3: Bio-Offshore.



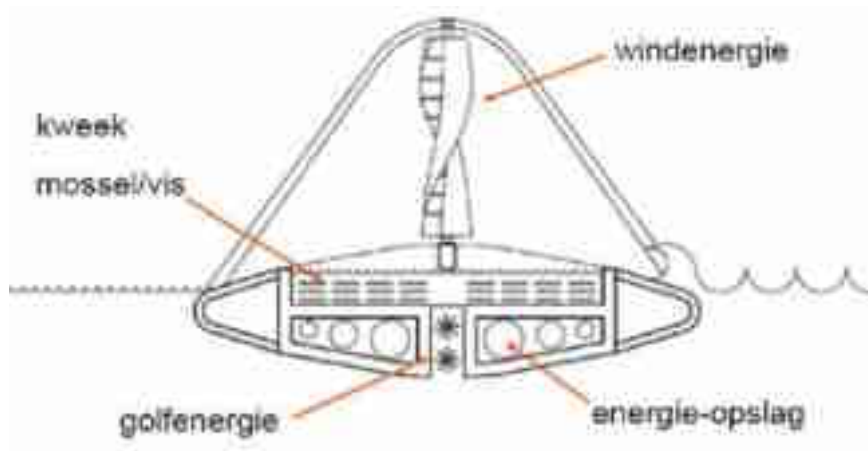
**Bio-Offshore:** De teelt van zeevieren of algen in combinatie met offshorewindparken in de Noordzee staan hierin centraal. De teelt van zeevieren heeft een enorm potentieel als bron van bio-energie en hernieuwbare grondstoffen, chemicaliën en producten. Uit onderzoek blijkt dat grootschalige teelt van zeevieren op een areaal van 5.000 km<sup>2</sup>, geïntegreerd met offshorewindturbineparken, een goede mogelijkheid zou zijn. Een haalbaarheidsstudie is uitgevoerd door het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), in samenwerking met Plant Research International (PRI) en het Nederlands Instituut voor Visserijonderzoek (RIVO). De belangrijkste aanbeveling uit deze studie is de uitvoering van een pilotexperiment op een locatie in de Noordzee, dat de technologische en ecologische aspecten nader kan onderzoeken. Momenteel is deze aanbeveling nog niet in een pilotproject opgevolgd.



Figuur 4: Tri-Floater Drijfwind.

**Drijvende windturbines:** Het areaal met ondiep water op het Nederlandse Continentale Plat (geschikt voor vaste ondersteuningsconstructies van windturbines) is beperkt. Drijvende turbines zouden het offshorewindpotentieel aanzienlijk vergroten. Een tweetal studies (een Amerikaanse en Nederlandse, "Drijfwind" –) heeft de haalbaarheid van drijvende windeenheden onderzocht. Beide studies hebben geresulteerd in ontwerpen voor drijvende platforms voor een individuele windturbine van 5 MW. De bijgevoegde figuur Tri-Floater Drijfwind laat het Nederlandse ontwerp zien. Van deze 5 MW turbine wordt offshore een output van ca. 20 GWh verwacht, voldoende om in Nederland 7000 huishoudens van stroom te voorzien. Beide studies achten drijvende windturbines haalbaar. De Amerikaanse studie becijfert de kosten voor een TLP-drijver (een *Tension Legged Platform*: een met kabels aan de zeebodem verankerd drijvend platform) voor een 5 MW-windturbine op maximaal 1,8 mln

dollar, voor bouw, installatie en plaatsing in waterdiepte tot 200m. De eerdere Nederlandse studie stelt dat alleen een Tri-Floater (zie Tri-Floater Drijfwind) vastgelegd met kabels, een geschikte optie is uit kosten- en onderhoudsoogpunt.



Figuur 5: SeaWing.

**SeaWing:** Een combinatie van de bovengenoemde concepten vindt men terug in het ontwerp van de SeaWing. Een drijvend platform dat wind- en golfenergie combineert met aquatische biomassa-productie, kan de afzonderlijk niet-rendabele functies mogelijk kosteneffectief maken, juist door de combinatie. SeaWing bestaat uit een grote drijvende bak van twintig meter breed en zestig meter lang – groot genoeg om bijvoorbeeld vis, mosselzaad of algen in te kweken, in combinatie met elektriciteitsopwekking uit water- en windkracht. De stroom is in de eerste plaats bedoeld voor de kwekerij in de SeaWing zelf; het stroomoverschot gaat naar de wal. Overslaande golven worden omgezet in energie door middel van een *wave energy converter*. De SeaWing is economisch nog niet haalbaar gebleken.

Dit is slechts een selectie van de bestaande concepten op dit gebied. Er is een grote diversiteit aan ideeën, waarbij de invalshoek sterk afhankelijk blijkt te zijn van de discipline of markt waarin de ontwerper zich bevindt.

Om dit patroon te doorbreken en het kader te verbreden, heeft het project “Mariene Parken” markt- en onderzoekspartijen van verschillende disciplines bij elkaar gebracht.

## 2.2 Uitgangspunten en randvoorwaarden

Wat zijn de uitgangspunten van dit “Mariene Parken”-initiatief? Deze kunnen worden onderverdeeld in een drietal thema’s: duurzame energie, productie van aquatische biomassa en ruimtelijke ordening.

**Duurzame energie:** De Nederlandse overheid heeft als doelstelling om voor 2020 6000 MW<sub>e</sub> aan windenergievermogen offshore te realiseren. Hiertoef worden subsidies beschikbaar gesteld. De Nederlandse industrie bevindt zich aan het begin van een belangrijke leercurve die haar de mogelijkheid biedt om zich te positioneren als een *frontrunner* in het “New Business at Sea”-

tijdperk. Hoewel Nederlandse offshorebedrijven traditioneel een sterke positie hebben, heeft Nederland op het gebied van windturbines en windenergie (op land) het laatste decennium terrein verloren aan landen als Denemarken en Duitsland. Op verschillende fronten wordt gewerkt aan een verdere betrokkenheid bij offshorewindenergie. Zo heeft ECN in samenwerking met NEG Micon (nu Vestas) aan een speciale offshoreturbine gewerkt: de DOWEC. Tevens wordt door Nederlandse partners de DarwinD ontwikkeld: een windturbine met een vermogen van 5 MW en een direct aangedreven generator (zonder tandwielkast) voor offshore-toepassing.

---

<sup>2</sup> Platform Groene Grondstoffen is een van de themapaden die het ministerie van EZ heeft opgericht in haar energietransitiebeleid ([http://www.senternovem.nl/energietransitie/groene\\_grondstoffen/index.asp](http://www.senternovem.nl/energietransitie/groene_grondstoffen/index.asp)).

**Productie van aquatische biomassa:** De in Nederlands beleid gedefinieerde paden voor energietransitie<sup>2</sup> tonen een streefbeeld voor 2030 waarbij 30% van de energievoorziening en 20-45% van de grondstoffen voor chemie uit biomassa afkomstig moet zijn. De teelt van zeevieren en andere vormen van aquatische biomassa kan daar in potentie een belangrijke bijdrage aan leveren. Verder verwacht de FAO een wereldwijde toename in de consumptie van vis; van 100 miljoen ton per jaar in 2000 naar 150 miljoen ton in 2030. Omdat wilde vis steeds schaarser wordt, zal visteelt deze toename voor een groot deel moeten opvangen. Teelt op zee is een mogelijkheid die nu in ontwikkeling is.

**Ruimtelijke ordening:** Op land is steeds minder ruimte beschikbaar in Nederland voor grootschalige projecten als windparken of viskwekerijen. Offshore is meer ruimte beschikbaar en lijken functiecombinaties beter realiseerbaar.

Bij de ontwikkeling van mogelijke concepten worden in dit project de volgende randvoorwaarden gehanteerd:

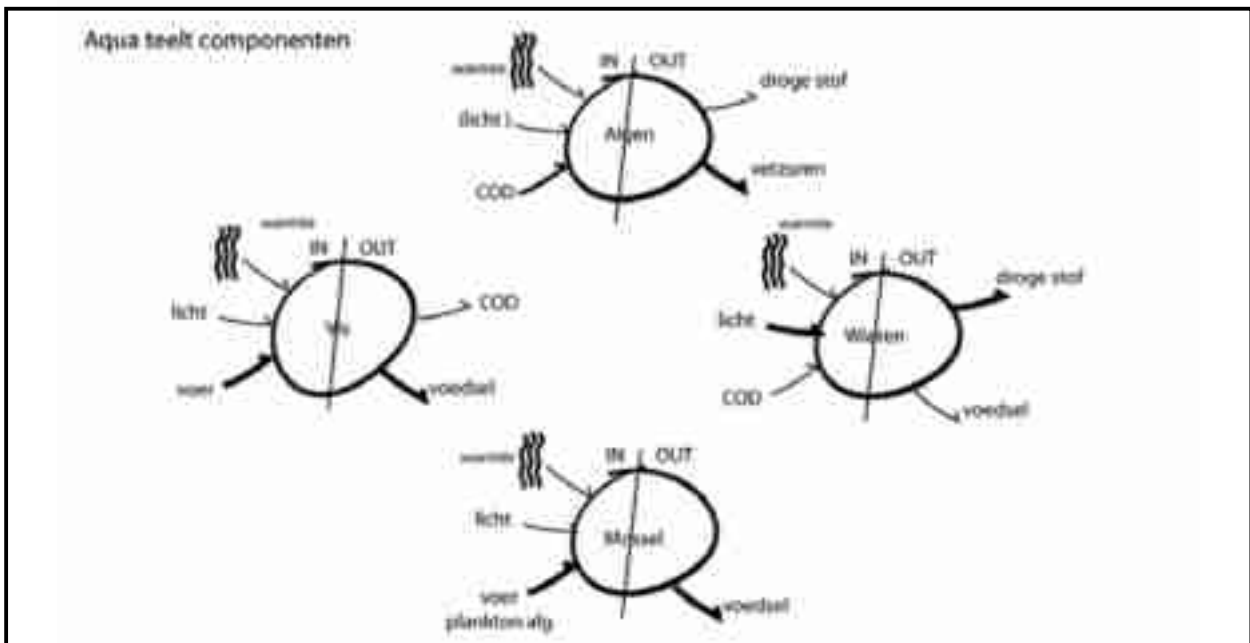
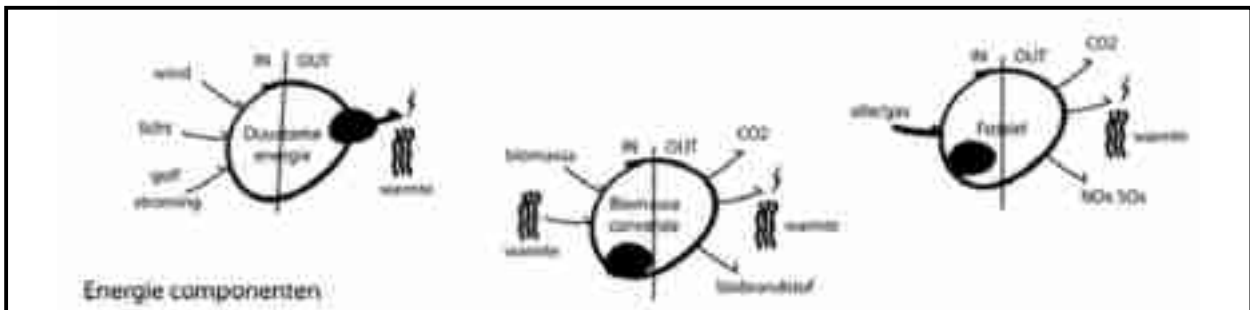
- 1. Combinatie van energieproductie en aquatische biomassaproductie op zee**  
Verschillende vormen van energiewinning (wind, golf, biomassa) in combinatie met de productie van food- en non-foodgrondstoffen uit aquatische biomassa.
- 2. Duurzame ontwikkeling (*people, planet, profit*)**  
Centraal staat het bereiken van een zodanige synergie tussen de componenten dat een economisch aantrekkelijk ontwerp ontstaat, zonder nadelige gevolgen voor het ecosysteem en met perspectief voor brede maatschappelijke steun. Dit betreft zowel het duurzaam gebruik van de zee als de benodigde energievoorziening.
- 3. Ontwikkeling gericht op functioneren in de Noordzee**  
De geografische focus voor de ontwerpen ligt primair op de Noordzee. Dit sluit echter niet uit dat bepaalde ontwerpen zich ook zouden kunnen lenen voor andere regio's.
- 4. Tijdshorizon variërend van 3 tot 15 jaar**  
Er wordt een ontwikkelingspad ingezet waarbij idealiter (tussen)ontwerpen al voor de korte termijn (3 tot 5 jaar) beschikbaar komen die doorontwikkeld worden voor de lange termijn (tot 15 jaar).

## 2.3

# Keuzes en componenten

Met de gepresenteerde globale uitgangspunten blijven er nog veel vragen over: Wat voor *soort* energieopwekking en aquatische biomassa? Moet het vast of drijvend? Zijn er, naast energieopwekking en aquatische biomassateelt, nog andere functies toe te voegen aan de concepten? Daarbij zijn veel combinaties mogelijk. De parameters die deze keuzes bepalen, zijn hieronder als componenten met input-output-schema's weergegeven voor zowel de nieuwe duurzame energieketens, de conventionele fossiele ketens die reeds bekend zijn op zee, als de mogelijke aquatische teelt. Er is een onderscheid tussen energie en aquatische massacomponenten gemaakt. Iedere component kent zijn eigen inputstromen in de vorm van wind, licht, golven, stroming, warmte (aangegeven met drie warme luchtstromen), voer, COD (water dat rijk is aan organische stoffen). Tevens is er een scala aan outputstromen die als input voor een andere component gebruikt kunnen worden. Sommige componenten kunnen voorzien in een buffer aan de input- of outputkant. Dat is aangegeven met een volledig zwartgevulde ellips. De belangrijkste stromen zijn in onderstaande figuur met dikkere pijlen aangegeven. Verschillende combinaties van de locatie, de constructie en deze componenten in een open of gesloten systeem worden later uitgewerkt tot ontwerpen.

Biomassa kan als voedsel, transportbrandstof of bron voor chemische producten ingezet worden. De voedselfunctie in deze ontwerpen is gebaseerd op de teelt van vis en mosselen. Algen en wieren, de zilte biomassateelten die offshore geproduceerd kunnen worden, worden vooral ingezet voor de productie van biobrandstoffen, energie en visolie.



Figuur 6: Componentenschema.







# 3.

# De ontwerpen

## 3.1 Inleiding

Dit hoofdstuk bevat de vier ontwerpen die resulteerden uit een serie gesprekken en een ontwerpatelier:

- **BioQ8:** Productie van zilte biomassa zoals wieren en algen, schelpdieren en vissen, gecombineerd met de productie van duurzame energie door middel van stroming- en golfenergie.
- **Sea-Spar-Star:** Aquacultuur gekoppeld aan drijvende windturbines op diepere offshorelocaties.
- **North Sea Fish Platform:** Centrale visafslag voor ontvangst, monitoring, verwerking en distributie van visvangst in de Noordzee, mogelijk gecombineerd met benutting van getijden- en golfenergie, op een bestaand olie- of gasplatform.
- **Almare:** Drijvende constructie met onderwaterruimtes en aquacultuur, eventueel aangevuld met de winning van getijden-, golf- en windenergie, voor bijvoorbeeld wonen en recreatie.

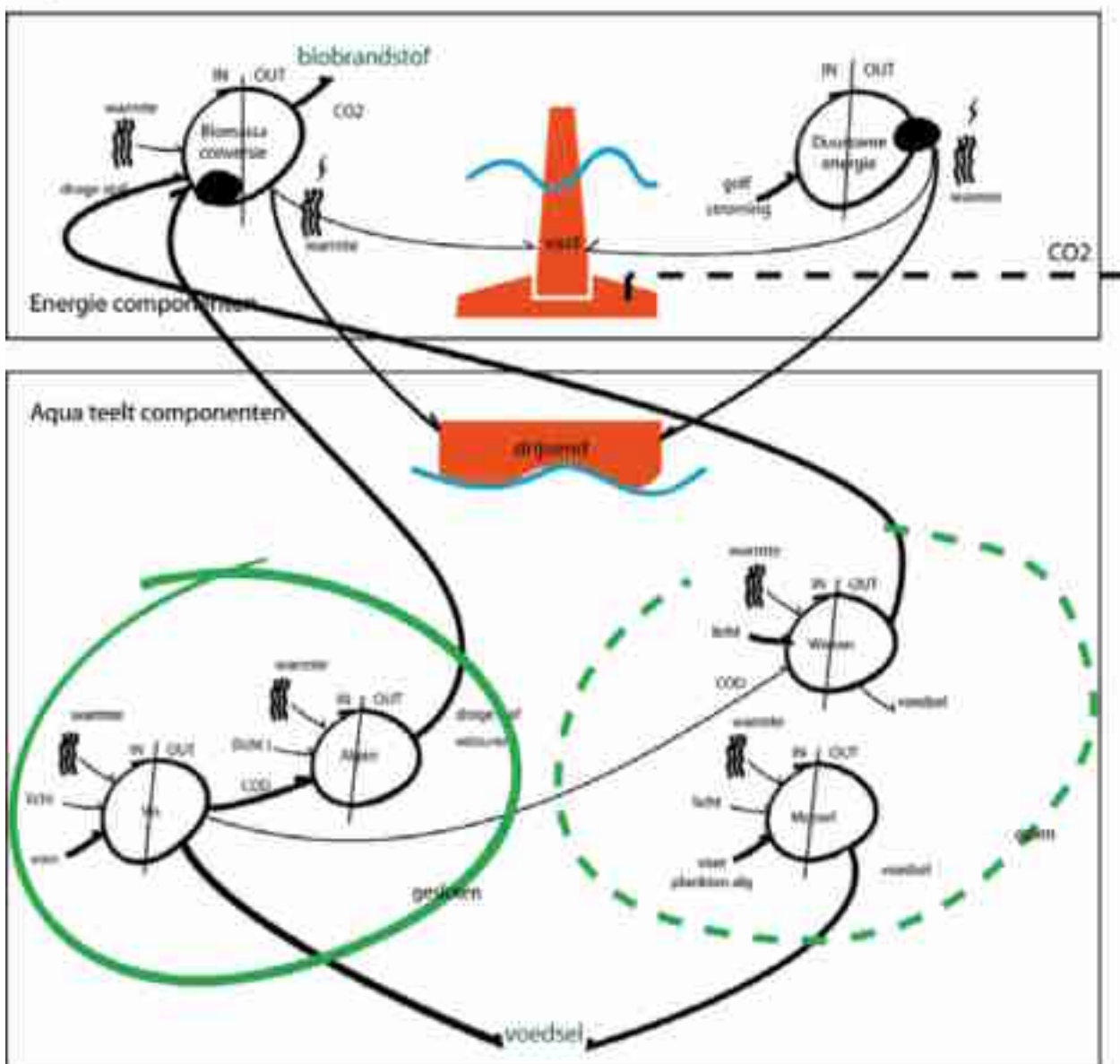
De ontwerpen worden in de volgende paragrafen zo inzichtelijk mogelijk gemaakt. Daarbij ligt de nadruk op de potentie van de ontwerpen en op de karakteristieke kenmerken. Alle ontwerpen dragen de beoogde synergie tussen energie- en aquatische biomassaproductie in zich.

De ontwerpen zijn gebaseerd op de resultaten van het ontwerpatelier dat plaatsvond op 28 juni 2006. De deelnemers van het atelier beoordeelden de haalbaarheid van de ontwerpen. Daarnaast heeft een kleine groep experts begin 2007 met frisse blik naar de vier ontwerpen gekeken om het meest veelbelovende ontwerp te selecteren. Zie Bijlage 1 voor een lijst van betrokken personen bij het ontwerpatelier en de expertmeeting.

## 3.2 BioQ8

### 3.2.1 Beschrijving

BioQ8 concentreert zich op de teelt van vis, mosselen, wieren en algen in een offshore-omgeving waarbij bestaande platforms in de Noordzee, oorspronkelijk neergezet voor de winning van gas of olie, een nieuwe functie krijgen.



*Figuur 7: Schema van te gebruiken componenten en de onderlinge relaties in BioQ8.*

De belangrijkste relaties in dit schema zijn de outputstromen van vis (COD) als input voor algen (groei) en wieren (waterfiltering). De output van de algen en wieren is als droge stof zelf weer input voor een biomassa-installatie, voor verdere verwerking tot biobrandstof of anderszins. In het gesloten systeem kunnen specifieke algensoorten onder

gecontroleerde omstandigheden worden gehouden. Dit kunnen soorten zijn die niet van nature in de Noordzee voorkomen en die een eigen omgeving vereisen en/of een bepaalde gewenste output leveren. Aan de voedselzijde bestaat de output uit vis en mosselen. Aan de energiezijde zet een *wave rotor*, waarvan een eerste prototype sinds kort beschikbaar is, golf- en stromingsenergie om in elektrische energie. De biomassa-installatie kan warmte en elektriciteit leveren.

De bestaande (vaste) constructie dient als ankerpunt voor een netconstructie die mari- en aquacultuur mogelijk maakt. Oorspronkelijk was uitgegaan van een X-vormige configuratie drijvende liggers van ongeveer 4 hectare waaraan verschillende ringen met netten als openkooiconstructie bevestigd kunnen worden voor kweek van vis in het midden, zeewier of algen aan de assen en mosselen in de buitenste ring. Zogenaemde *long-lines* (verankerde lijnen met hechtingspunten) kunnen ingezet worden voor de netconstructie.

In de expertmeeting kwam naar voren dat bij intensieve viskweek in open systemen (een net) eutrofiëring (het verspreiden van nutriënten zoals fosfaten en nitraten) waarschijnlijk niet in voldoende mate voorkomen kan worden door de algen, wieren en mosselen. Het ontwerp is daarom veranderd in een gesloten viskweekstelsel (een drijvende bak) waarbij de restproducten van de intensieve kweek (het effluent) via een gedoseerde en controleerbare wijze aan mosselen en wieren in een open systeem worden toegediend. De schetstekeningen zijn te zien in paragraaf 3.2.2. De originele schetsen vanuit het ontwerpatelier vindt u in bijlage 2.

Verder is een *wave rotor* toegevoegd aan het ontwerp, waarmee de benodigde elektriciteit lokaal kan worden opgewekt. De *wave rotor* produceert energie door middel van de golf- en getijdenbewegingen in de zee. De energie kan nuttig ingezet worden voor o.a. feedsystemen voor visvoer en verlichting van de boeien en het platform. Dit bespaart brandstofkosten en voorkomt uitstoot van CO<sub>2</sub>-emissies en andere gassen vanuit verbranding in een diesgenerator of gasturbine. Tevens is de aanleg van een dure kabel van land naar het platform dan overbodig.

Tegenover de meerwaarde van energieopwekking op deze wijze staat de toename van complexiteit van het ontwerp. Echter, het ontwerp is zo opgezet dat de *wave rotor* de biologische component niet hindert. De *wave rotor* bevindt zich namelijk aan een zijde van het platform waar de bassinstructuur en *long-lines* niet kunnen komen. Het bovenaanzicht van de schets in paragraaf 3.2.2 laat dit zien.

Naast deze manier van duurzame energie opwekken kunnen de gewonnen wieren en microalgen in een vergister op het platform worden omgezet in biogas voor elektriciteits- en warmteopwekking. Het restproduct kan als visvoer dienen. De algen kunnen dus als energiebron worden ingezet en als visvoer.

Dit hele systeem kan worden bevestigd aan een bestaand platform zoals het gasproductieplatform Q8a van Wintershall, 6 km uit de kust van Nederland, bij IJmuiden. Door het creëren en toevoegen van nieuwe (biologische en energetische) functies middels aparte modules aan dit

platform, kan de levensduur van het platform worden verlengd en de ontmanteling worden uitgesteld. Zo ontstaat BioQ8.

Zowel de visteelt als de teelt van verschillende wierensoorten op verschillende dieptes zal nog verder geoptimaliseerd moeten worden, rekening houdend met abiotische factoren zoals seizoensgebonden veranderingen in licht en temperatuur in de Noordzee. De seizoensvariatie in productie van de wieren kan het gebruik van verschillende soorten wieren noodzakelijk maken.

Een deel van de productie (bijvoorbeeld de overblijfselen van de algen na oogst van de vetzuren en oliën) kan terug in het systeem worden gebracht en aan het visvoer worden toegevoegd.



*Figuur 8: Platform Q8a van Wintershall voor de Nederlandse kust.*

### **Economische aspecten**

De opbrengsten van BioQ8 bestaan uit vis, algen, wieren en mosselen die afgezet kunnen worden voor verschillende toepassingen (voedselproductie, productie van visolie, energiebron voor brandstoffenproductie uit biomassa of energieopwekking). Bovendien wordt lokaal duurzame energie geproduceerd ter vervanging van fossiele energie. De technologie voor drijvende systemen op open zee is bekend, evenals de investeringskosten.

Uitgaande van de standaard offshoretechnologieën is het zeer kostbaar. Innovaties in andere materialen of productiewijzen zullen een reductie van de kosten moeten opleveren. Ook de aansluiting bij bestaande platforms levert kostenvoordelen. De exploitatie van biologische systemen op open zee is veel minder bekend. Het systeem zal op open zee op laboratoriumschaal en in watertanks getest moeten worden.

Vanwege het ontwikkelingsstadium waarin de technologieën binnen dit ontwerp zich bevinden, en het feit dat een bestaand platform zonder huidige functie gebruikt wordt, wordt niet verwacht dat de economische aspecten een onoverkomelijk obstakel zullen zijn voor het realiseren van dit project. Gezien het feit dat deze combinatie voor het eerst op zee wordt toegepast, moet men rekening houden met een lage rentabiliteit. Door het project kleinschalig op te zetten en op te delen in relatief kleine afzonderlijke pilots, is het financiële risico beheersbaar. Gaandeweg zal duidelijk worden welke teelt en methodiek het meeste perspectief bieden.

### **Juridische aspecten**

De verandering in de functie van het platform (van mijnbouwactiviteiten naar biomassaproductie en mogelijk energieproductie) heeft vergunnings-technische consequenties. Daarom zal een nieuwe vergunning in het kader van de Wet Beheer Rijkswaterstaat ingediend moeten worden.

De afwezigheid van een integraal beleidsplan voor de Noordzee en het groeiende aantal activiteiten op zee maken het verkrijgen van deze vergunning niet vanzelfsprekend. Onduidelijk is nog of dit een mogelijk obstakel zou kunnen zijn voor de realisatie van het project. De verwachting is dat indien de potentie (markt, werkgelegenheid, imago, etc.) en de noodzaak zich overduidelijk aftekenen, op bestuurlijk niveau de weg vrijgemaakt zal kunnen worden.

De aanwezigheid van het platform op de Q8-locatie is een sterke troef voor het op afstand houden van niet-gewenste activiteiten. Het

buffergebied van 500 meter rondom het platform geeft bescherming voor de activiteiten binnen dit gebied, zoals aquacultuur en golfenergie-winning. Het platform en zijn vergunningen vormen in dit verband zelfs een kans om deze BioQ8-activiteiten te kunnen ontplooiën.

### **Ecologische aspecten**

Een belangrijk punt is of de nutriënten in het water (het effluent) vanuit de teeltsystemen in voldoende mate hergebruikt kunnen worden. Op dit punt verschillen de geraadpleegde experts van mening. Vast staat wel dat kennis ontbreekt ten aanzien van het effect van de lozing van nutriënten in het milieu; er zijn geen ervaringen met **gesloten** viskweekbassins op volle zee, zelfs niet op land op laboratoriumschaal. Ervaringen met open systemen zijn er volop. Naar verwachting bepaalt de locatie, en met name de stromingsterkte, in sterke mate hoe groot het effect zal zijn. Viskweek op volle zee is echter nog niet eerder toegepast. Er ontbreken gegevens in hoeverre de te kweken vis vatbaar is voor ziekten en hoe groot de kans op ziekte-uitbraak is bij een intensieve viskweek. Eventuele schommelingen van het bassin bij hogere en langere golven zullen tot een minimum beperkt moeten blijven. Dit zal onderdeel vormen van de Milieu Effect Rapportage, waarbij ook de nulmeting en het monitoringprogramma horen.

Een mogelijk nadeel van het gebruiken van een bestaande constructie zou kunnen zijn dat er vaak een ecosysteem ontstaan is rondom een platform. Dat systeem kan onder druk komen te staan door functietoevoeging en het opzetten van nieuwe vormen van aquacultuur.

Aan de fundering van het platform zijn anodes aangebracht welke de constructie tegen corrosie beschermen. Deze anodes geven metalen af en de aquacultuur dient daarom een minimale afstand van enkele tientallen meters tot het platform te bewaren.

Tevens is reeds onderzocht (door TNO in opdracht van Wintershall) of een effect van bentonietlozing van het platform op de groei van mossels valt waar te nemen op verschillende afstanden. Als gevolg van de sterke stroming is daar geen sprake van. Er zijn bovendien geen sporen van bentoniet in de mosselen terug te vinden.

### **Technologische aspecten**

De *long-lines* die voor de teeltconstructie van mosselen en wieren ontworpen zijn, zijn met succes getest door Bela Buck (Alfred Wegener Institut Bremerhafen) langs de Duitse Noordzeekust.

De *wave rotor* is momenteel in ontwikkeling en zou een eerste demonstratieproject zijn. De beschikbaarheid van energie is in potentie hoog vanwege de altijd aanwezige stroming en golven. De hoeveelheid winbare energie hangt af van de golfhoogte, golflengte, de stromingssnelheid en het rendement van omzetting door de *wave rotor*. De *wave rotor* maakt een dieselegenerator of gasturbine overbodig, of een elektriciteitskabel vanaf land. Op deze kleine schaal worden geen technische obstakels verwacht die de realisatie van het hele project kunnen hinderen.

Op termijn is de opslag van CO<sub>2</sub> in het gasveld onder het bestaande platform mogelijk interessant. De benodigde energie voor de CO<sub>2</sub>-injectie zou door de *wave rotor* geleverd kunnen worden. Het CO<sub>2</sub> voor de opslag kan

worden aangevoerd via de bestaande pijpinfrastructuur vanaf land. Het injecteren helpt ook om het momenteel niet-winbare gas uit het productieveld te persen (*enhanced oil/gas recovery*). De vraag is nog wel of gegarandeerd kan worden dat het CO<sub>2</sub> in deze velden blijft en niet ontsnapt.

### **Maatschappelijk draagvlak**

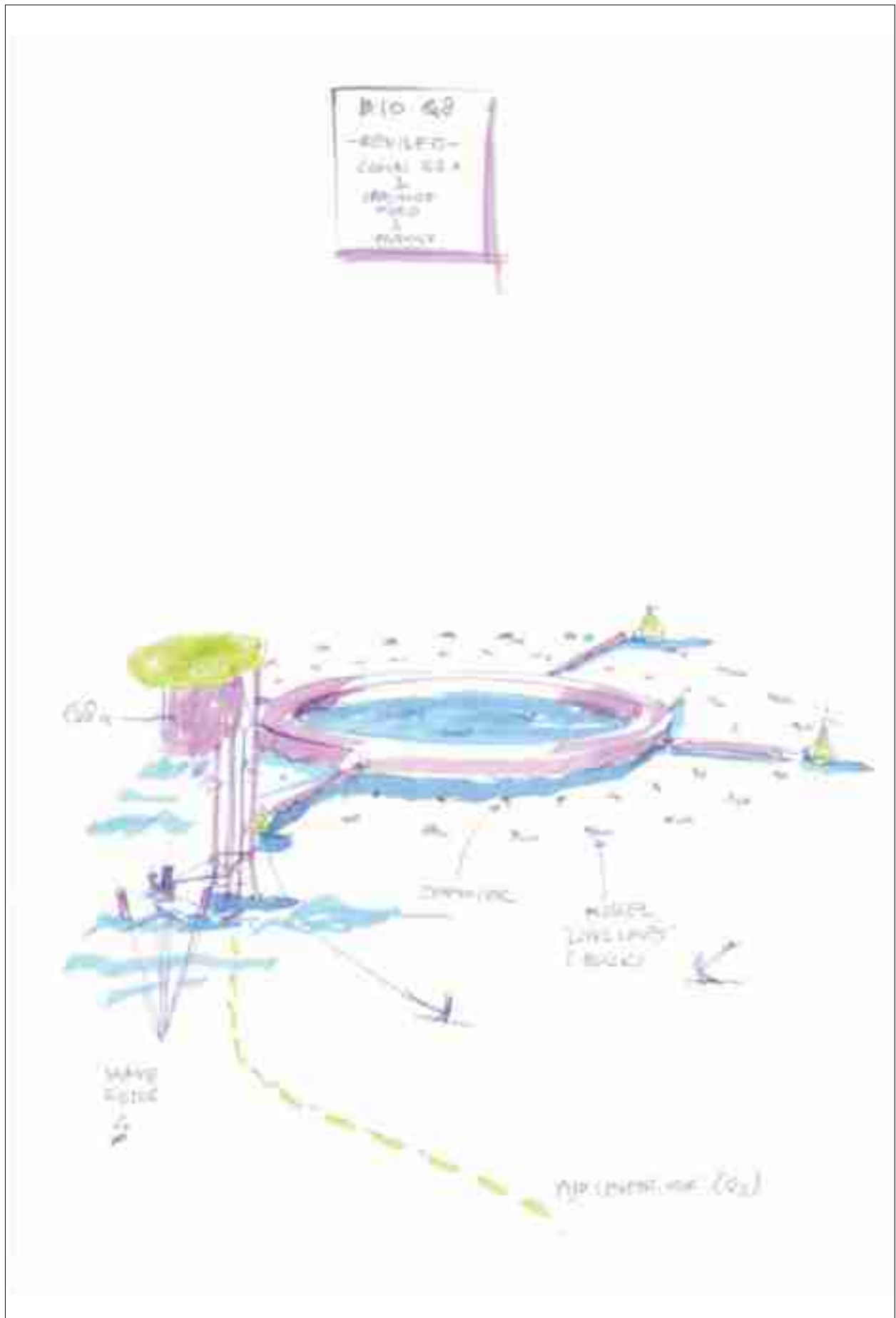
Een dergelijk ontwerp zal, indien de ecologische aspecten voldoende tot hun recht komen, waarschijnlijk geen sterke bezwaren ontmoeten. Sterker nog: wanneer de geteelde producten aan land worden gebracht en men de kwaliteit en ecologische voordelen herkent en waardeert, zal het draagvlak toenemen. Een goed smakende, kwalitatief hoogstaande vis of mossel, geteeld op korte afstand van de kust onder natuurlijke omstandigheden, stemt de publieke opinie gunstig.

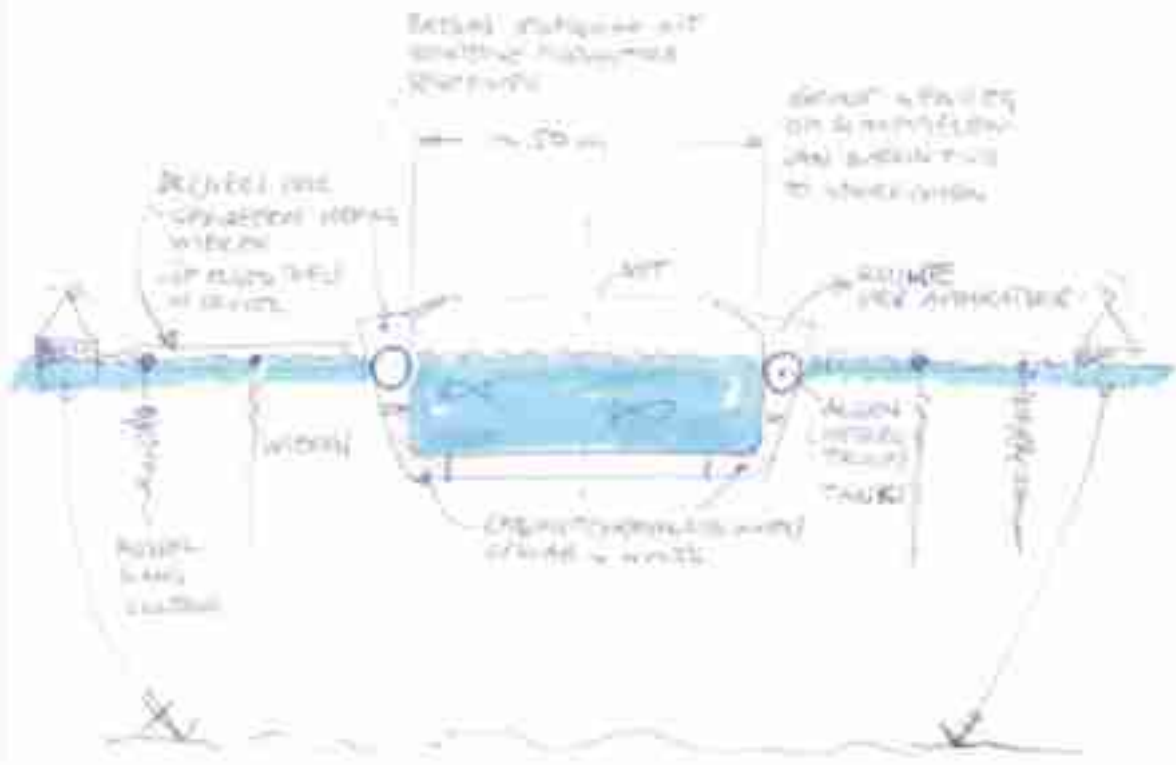
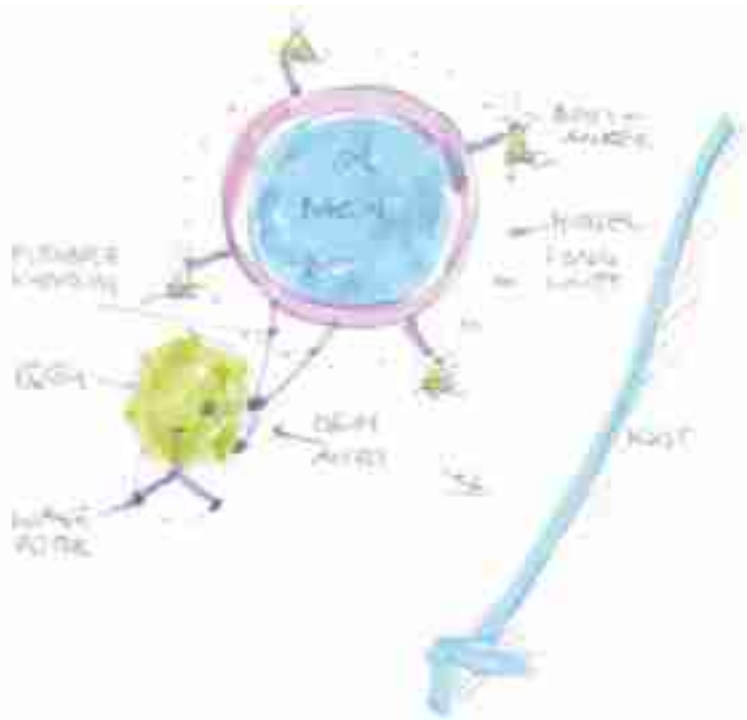
### **Organisatie**

Organisatorisch worden er geen zware obstakels verwacht voor de realisatie van dit ontwerp. Voor de platformeigenaar is deze functietoevoeging een mogelijkheid om afbraak uit te stellen. Andere partijen zijn de vis- en schelpdierenkweker, de bouwer van de *long-lines* en de bouwer van de *wave rotor*. De aanleg zal in fasen verlopen waarbij eerst ervaringen per functie (dus monofunctioneel) worden opgedaan; daarna worden de verschillende functies gecombineerd.

Dit ontwerp vraagt om ontwikkeling van nieuwe ketens en mogelijk zelfs nieuwe markten.

## 3.2.2 Ontwerpschetsen







## 3.3 Sea-Spar-Star

### 3.3.1 Beschrijving

Sea-Spar-Star is een concept waarin de winning van windenergie en aquacultuur wordt gecombineerd met locaties buiten de kust in waterdiepten vanaf ongeveer 50 m.

De winning van windenergie is de laatste jaren verschoven van land naar nearshorelocaties; de volgende stap is de ontwikkeling van offshorewindparklocaties. Offshorewindparken zullen in de toekomst in steeds dieper water komen te staan, vanwege de beperkte ruimte nabij de kust en op land. Geschikte gebieden langs de kust tot 25 meter diep zullen schaarser worden, zelfs in de relatief ondiepe Noordzee. Andere zeeën kennen slechts een zeer smalle strook met waterdieptes onder de 50 meter.

Vanaf 50 meter waterdiepte is het over het algemeen niet meer rendabel om windturbines op de zeebodem te funderen. Vanaf dit grensgebied begint het interessant te worden om over te gaan op drijvende constructies. Er zijn meerdere varianten van drijvende windturbines in ontwikkeling – de Spar, ofwel een centrale pendulum met daarop de windturbine, die de kern van de Sea-Spar-Star vormt, wordt momenteel bestudeerd door Norsk Hydro.

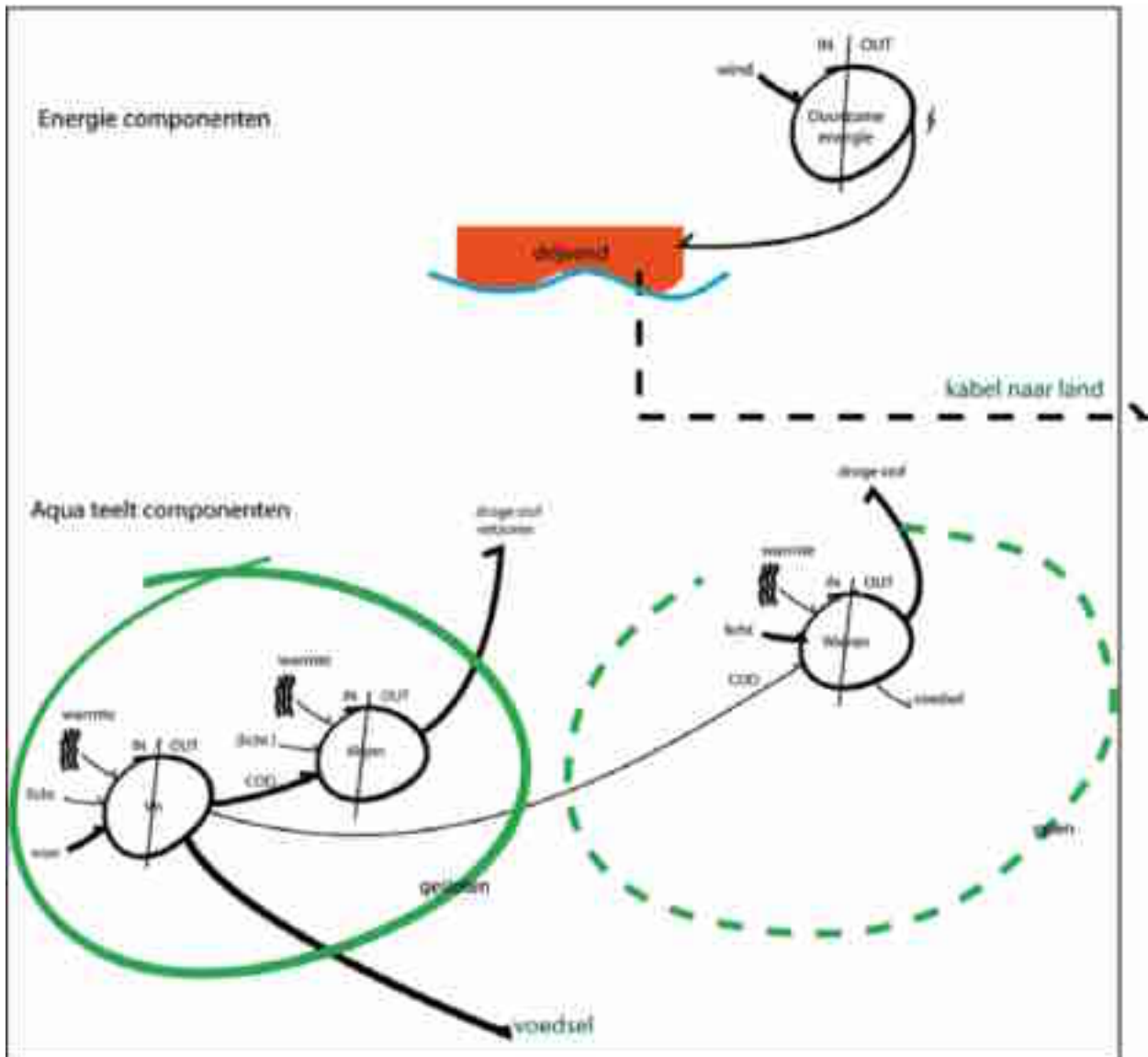
Deze drijvende verankerde constructies voor windmolens kunnen gecombineerd worden met gesloten drijvende constructies met voldoende drijfvermogen voor de teelt van vissen of schelpdieren dan wel andere aquaculturen zoals algen en wieren. Dat is de basis van de Sea-Spar-Star.

#### **Economische aspecten**

Inkomsten in dit ontwerp komen uit de productie van duurzame elektriciteit en de teelt van vis en andere vormen van aquatische biomassa. De kosten voor dergelijke drijvende constructies, die nog in ontwikkeling zijn, zullen voorlopig nog erg hoog zijn. Vaste constructies zijn aanmerkelijk goedkoper dan drijvende.

Er zou een gedeeld belang gezocht moeten worden tussen de windmolenexploitant en de kwekers. Wellicht is het mogelijk dat de ankerlijnen van de drijvende windmolen verhuurd kunnen worden aan de kweker. Windenergie op zee wordt sterk door de overheid gestimuleerd, niet alleen via investeringssubsidies. Het koppelen van aquacultuur aan windmolens vergroot de complexiteit aanzienlijk. De rentabiliteit van aquacultuur dient dan voldoende hoog te zijn om een relevante gesprekspartner voor de energieleveranciers te zijn.

Een op korte termijn meer reële optie is om aan te sluiten bij een reeds gerealiseerd windmolenpark op zee (in relatief ondiep water) dat



Figuur 9: Componentenschema Sea Spar Star.

gebruik maakt van vaste constructies van paalfundering of afgezonken caissons.

### Juridische aspecten

Door de toevoeging van algenkweek aan een windmolenpark hoeft er vergunningstechnisch niet veel te wijzigen; dit zou onder energiegerelateerde activiteiten kunnen vallen (wanneer algen ten behoeve van biodiesel worden geteeld). Onderzocht dient te worden of dit voor voedselproductie ook geldt. Een en ander hangt in sterke mate af van de houding van het bevoegde gezag. De geraadpleegde juridische experts van RWS kunnen op voorhand niet zeggen dat er geen problemen zullen optreden. Ze verwachten dat er aanvullende vergunningen aangevraagd zullen moeten worden (inclusief de beschrijving van een uitgebreid monitorings- en evaluatieprogramma voor het bepalen van de effecten), maar ook dat er mogelijkheden voor experimenten (op beperkte schaal in een pilot) zullen zijn.

### Ecologische aspecten

Ook hier zal onderzocht moeten worden of nutriënten afkomstig uit de aquacultuur beneden acceptabele grenzen blijven (als onderdeel van de Milieu Effect Rapportage).

De visteelt in gesloten systemen op zee en de teelt van zilte biomassa, bijv. wieren, zullen nog verder geoptimaliseerd worden, rekening houdend met licht- en temperatuurfluctuaties tussen de seizoenen. Evenals bij BioQ8 is het niet aan te raden de visteelt in open systemen te laten plaatsvinden, maar om gesloten drijvende bassins te gebruiken.

### **Technologische aspecten**

De Sea-Spar-Star heeft vooral potentie op locaties buiten de relatief ondiepe Noordzee. Vrijwel alle andere zeeën (bijvoorbeeld de Middellandse Zee) kennen op enkele kilometers van de kust een grotere waterdiepte dan 50 meter. Dat maakt een vaste fundering zeer kostbaar. Een drijvende installatie voorzien van een vrij korte elektriciteitskabel kan hier een aantrekkelijk alternatief zijn.

De gesloten drijvende constructies veroorzaken een andere hydrodynamische belasting dan open drijvende netten. Het is goed mogelijk meerdere drijvende constructies scharnierend aan de centrale spar te bevestigen zonder dat deze gaat slingeren. De ankerlijnen houden de gehele constructie op haar plaats.

Een andere mogelijkheid voor de ontwikkeling van dit concept is, zoals beschreven bij economische aspecten, het toepassen van de drijvende teeltconstructies bij reeds gerealiseerde nearshorewindmolenparken met vaste constructies. De bestaande funderingen moeten dan wel bestand zijn tegen de extra krachten die door de aquacultuurconstructies worden uitgeoefend – ze zijn immers voor andere belastingssituaties ontworpen.

Sea-Spar-Star zou een spin-off kunnen zijn van BioQ8 indien dat concept verder ontwikkeld wordt en er ervaring is opgedaan met aquacultuur op zee. Wanneer men nu het beschreven Sea-Spar-Star-project wil realiseren, kunnen de technologische aspecten nog een hindernis vormen.

### **Maatschappelijk draagvlak**

Binnen de ontwikkeling van windenergie is men bekend met het zogenoemde *NIMBY-effect*: *Not In My Back Yard*. Mede door dit effect en de beperkte beschikbare ruimte op land, gaat men uitwijken naar zee, waar nearshore locaties nog steeds met visuele hinder en horizonvervuiling te maken krijgen. Offshore locaties voor grote windmolenparken lijken de oplossing. De combinatie van windmolens met aquacultuur hoeft niet te leiden tot maatschappelijke weerstand, mits de ecologische aspecten van de teelt goed uitgewerkt worden.

De economisch gunstigste oplossing (met een korte kabel, dus *near-shore*) kan stuiten op visuele bezwaren (horizonvervuiling). Een langere kabel of energieopslag ter plaatse van de installatie leidt tot hogere kosten maar minder visuele hinder. In deze vergelijking zal moeten blijken wat maatschappelijk zwaarder weegt.

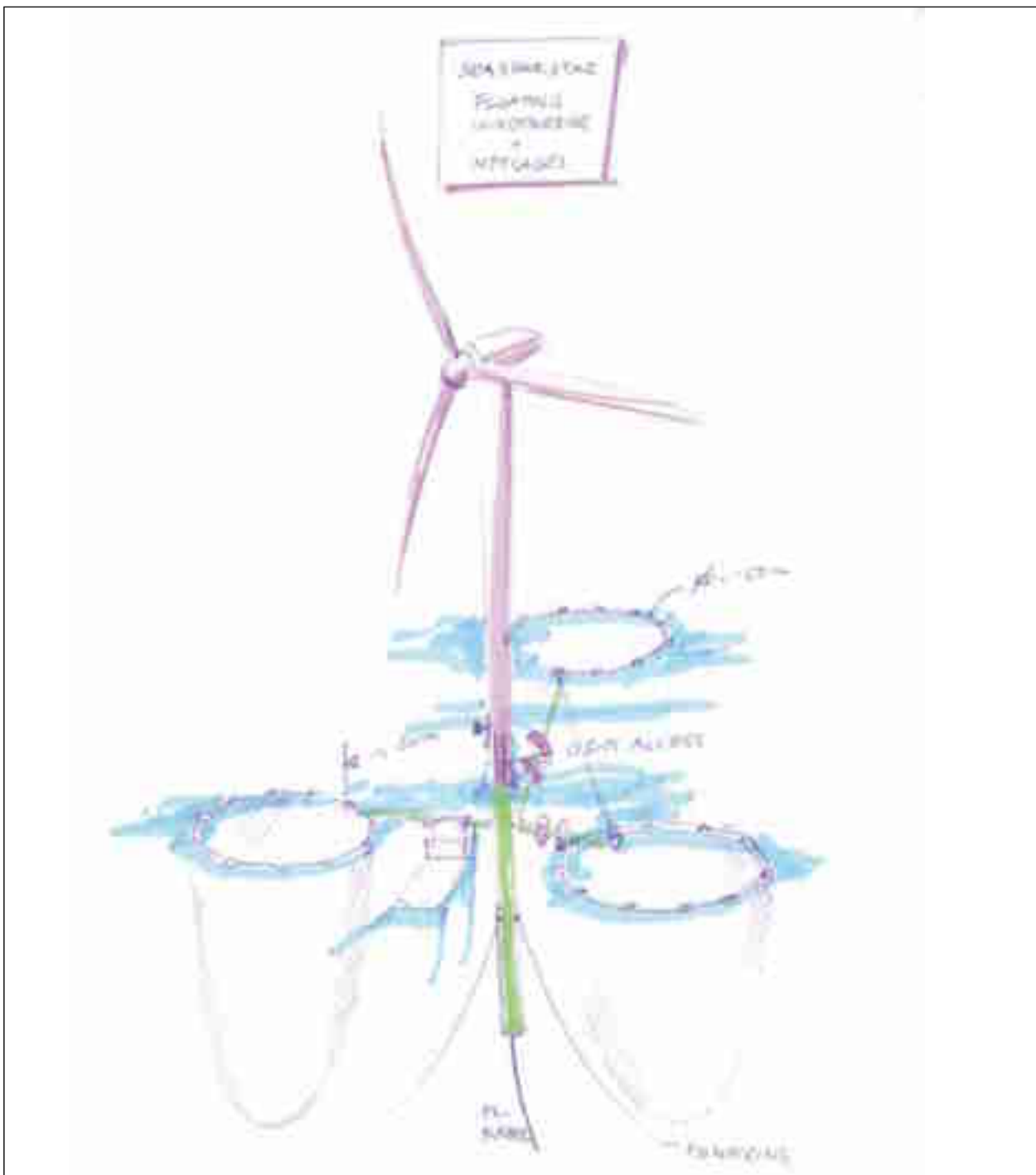
### **Organisatie**

Om aquacultuur te koppelen aan een windpark zullen gedeelde verantwoordelijkheden benoemd moeten worden. Ook zal de risicobeheersing verder uitgewerkt moeten worden. Organisatorisch is dit ontwerp

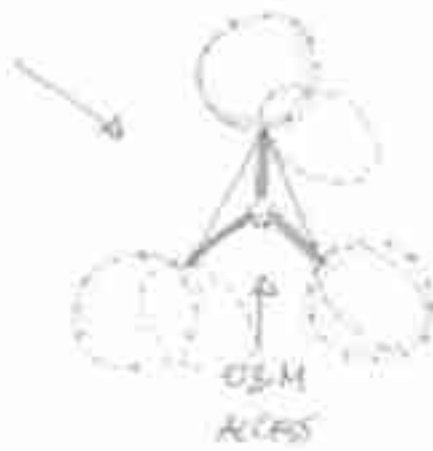
redelijk complex aangezien consortia voor de bouw van offshorewindparken de handen reeds vol hebben aan de kerntaken: het verdelen van verantwoordelijkheden en het beheersen van de risico's in deze parken.

### Originele ontwerpschetsen

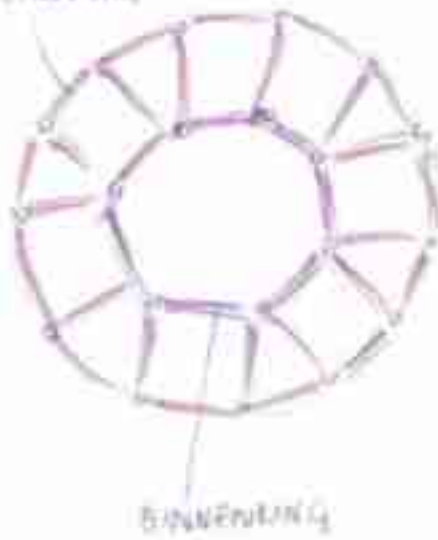
Onderstaande schetsen zijn die van het originele ontwerp zoals dat uit het ontwerpatelier voortgevloeid is. Tijdens de expertmeeting is naar voren gekomen dat vanuit ecologisch oogpunt gesloten drijvende bakken de voorkeur hebben boven opennetconstructies. Uit vervolgesprekken met offshore-experts en biologen werd duidelijk dat er een tussenweg mogelijk moet zijn tussen volledig open en volledig gesloten systemen. Er dient tijdens een vervolgonwerpproces een afweging gemaakt te worden tussen de optredende krachten, de benodigde constructies, de kosten voor het maken van de open/dichte systemen, de impact van de nutriënten per locatie en de potentiële opbrengst per volume.



ALTERNATIF :



BEUTENRING



## 3.4. North Sea Fish Platform

### 3.4.1 Beschrijving

Op de Noordzee bevinden zich legio oude olieplatforms (grotere schaal dan de basis van BioQ8-ontwerp) die een nieuwe functie kunnen gebruiken, zie bijlage 3 over platform Sealand. Op het Nederlands Continentaal Plat (NCP) bevindt zich een aantal concentratiegebieden (zie figuur 10) van offshoreplatformen waar het veld op relatief korte termijn uitgeput zal zijn. De infrastructuur van platform, pijpleidingen en kabels naar land dient dan te worden afgebroken. Dit is een zeer kostbare zaak en het is aantrekkelijk deze platformen en leidingen te benutten voor andere doeleinden.



Figuur 10: Nederlands Continentaal Plat (NCP).

Binnen deze context is het idee geboren voor één centrale visafslag op een buiten werking getreden olieplatform: North Sea Fish Platform. Door een platform in zee een nieuwe functie te geven als centrale visafslag, zou naast het hergebruiken van het platform het aantal vaarbewegingen in de visserij teruggedrongen kunnen worden. Het zou de logistieke afhandeling van gevangen vis kunnen optimaliseren. Met behulp van zuigpijpen kan de vis uit de vissersboten het platform opgezogen worden (zie schetsen in paragraaf 3.4.2). Deze zuigpijptechniek wordt in grotere vissersschepen (trawlers) reeds toegepast. Aan de centrale visafslag kunnen nevenfuncties worden toegevoegd, zoals algenteelt en opwekking van duurzame energie.

Naast een centrale visafslag zijn ook andere functies te bedenken om het bestaansrecht van een bestaand platform te verlengen. In navolging van bijvoorbeeld SeaLand (bijlage 3) zou dat een woon-

bestemming kunnen zijn. Een andere mogelijkheid is een vergader- en conferentiecentrum.

Voor deze afgeschreven bestaande platforms zijn ook al plannen in ontwikkeling om CO<sub>2</sub> in de lege gasvelden te pompen via de bestaande pijpinfrastructuur vanaf land. Dat helpt om de laatste voorraden olie en/of gas uit het productieveld te winnen (*enhanced oil recovery*). De vraag is dan nog wel of gegarandeerd kan worden of het CO<sub>2</sub> in deze velden blijft en niet ontsnapt. Naar de mogelijkheden voor CO<sub>2</sub>-opslag wordt momenteel uitgebreid onderzoek naar gedaan, echter praktijkervaringen zijn er nog niet.

Wellicht zou het platform als Zeewachtcentrum kunnen fungeren (in plaats van Kustwacht) van waaruit schepen snel ter plaatse van nood kunnen zijn en monitoring en metingen van weersomstandigheden en zeeklimaat kunnen plaatsvinden. Dit zou al dan niet in combinatie kunnen met een recreatie- en educatiecentrum, naar het voorbeeld van Neeltje Jans.

Gezien de dichtheid op het NCP van offshoreplatforms is het goed voorstelbaar dat ombouw van een aantal bijeengelegen platforms tot een samenhangend geheel van functies kan leiden, zowel energetisch, biologisch als recreatief en sociaal. Enkele kleinere platforms kunnen dan dienen voor aquacultuur, waarbij één centraal platform als logistiek centrum kan worden aangewezen. Dat spaart transport.

### **Economische aspecten**

Offshore-arbeid is duur. Een bestaand olieplatform zal schoongemaakt moeten worden voordat het gebruikt kan worden. Verder zijn de kosten niet hoog. Opbrengsten komen voort uit schaalvoordelen en het efficiënter opzetten van transport en distributie van vis. Tevens zal de visvangst met veel minder kotters en vissers kunnen plaatsvinden. Bovendien zijn de af te leggen afstanden naar de visgronden per kotter kleiner dan wanneer naar de wal gevaren moet worden. Ook kunnen werknemers van het platform, de ploegendiensten van de kotters en de verwerkte vis op een groter schip efficiënter aan land worden gebracht. Dat bespaart veel zeemijlen, vaartijd en bunkerolie. Hoewel gebruik wordt gemaakt van een bestaand platform, zullen de economische aspecten verder geoptimaliseerd moeten worden om deze niet als hindernis bij de realisatie van het project tegen te komen.

### **Juridische aspecten**

Ook hier is er sprake van een verandering in de functie van het bestaande platform (van mijnbouwactiviteiten naar logistiek centrum en mogelijk energie- en biomassa-productie) met vergunningstechnische consequenties. Een nieuwe vergunning in het kader van de Wet Beheer Rijkswaterstaat zal ingediend moeten worden.

De verlenging van de levensduur van het platform is niet vanzelfsprekend. Andere partijen zouden reeds een nieuwe functie/bestemming voor dat deel van de Noordzee in gedachten kunnen hebben. Momenteel ontbreekt nog een integraal beleidsplan voor de Noordzee, ondanks het groeiende aantal activiteiten op zee. De juridische aspecten zouden dus een obstakel kunnen zijn voor realisatie.

### **Ecologische aspecten**

Alleen indien scheepsbewegingen aanzienlijk gereduceerd worden, heeft een centrale visafslag ecologische voordelen voor wat betreft de uitstoot van schadelijke stoffen (NO<sub>x</sub>, fijn stof, CO<sub>2</sub>) door varen op bunkerolie en het beperken van verkeersbelasting op zee. Indien aquacultuur plaatsvindt, gekoppeld aan het platform, gelden dezelfde onzekerheden voor wat betreft de ecologie als bij de eerder genoemde concepten.

### **Technologische aspecten**

Voor het realiseren van dit ontwerp zijn technisch geen grote obstakels te verwachten. Er wordt gebruik gemaakt van een bestaand platform. De zuigpijpen voor het transporteren van de vis vormen een beproefde techniek op trawlers. De verankering van de schepen aan drijvende boeien (middels *Single Buoy Mooring*) is een algemeen bekende techniek in de offshore. De schetsen in 3.4.2 laten de zuigpijpen en de schepen afgemeerd aan de boeien zien.

### **Maatschappelijk draagvlak**

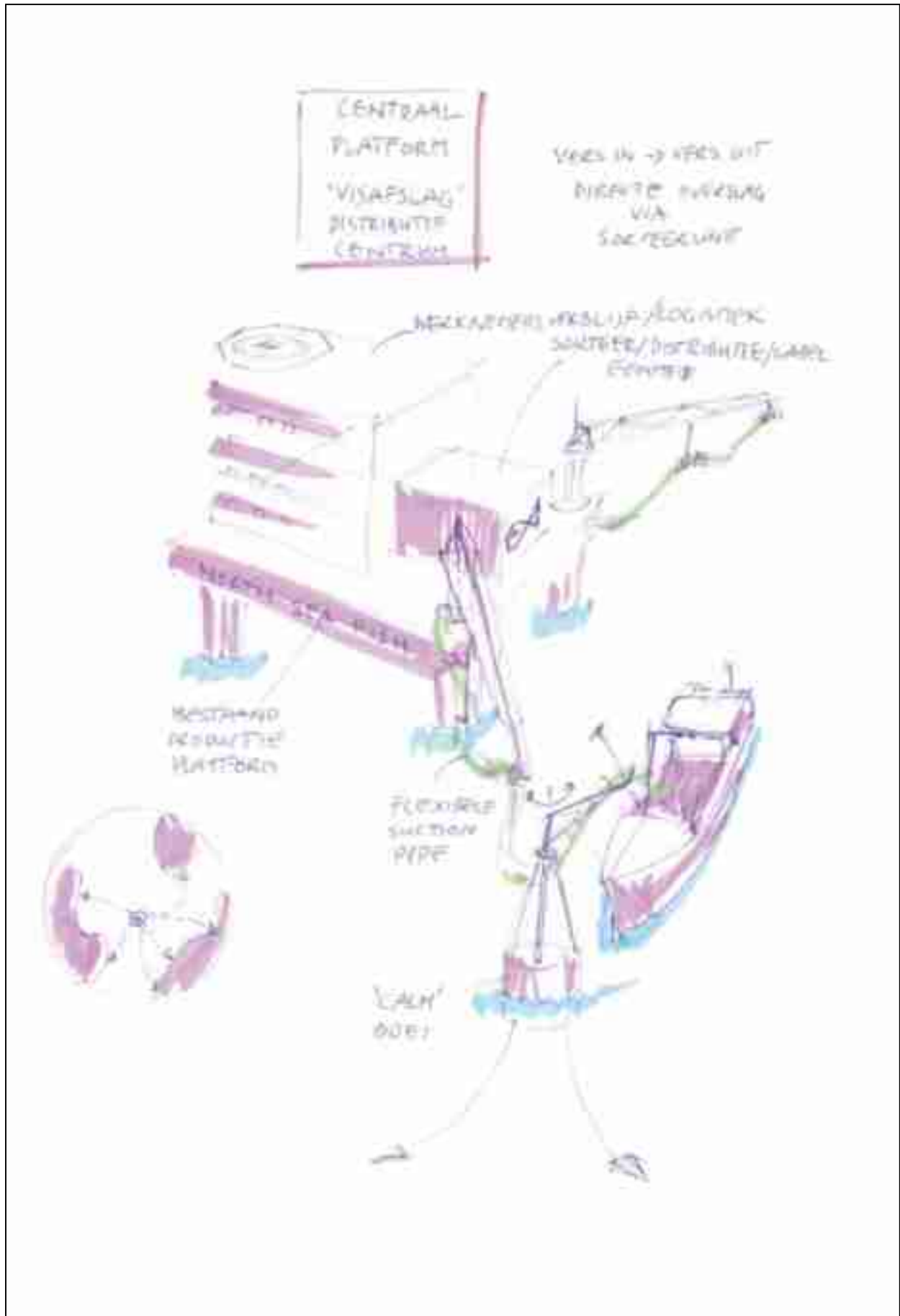
Een dergelijk visplatform maakt het mogelijk om de visvangst beter te monitoren en het aantal scheepvaartbewegingen te reduceren. Hiervoor zal zeker maatschappelijk draagvlak bestaan. Wijzigingen in het traditionele vissersleven zullen echter bij de direct betrokkenen naar verwachting op veel weerstand stuiten.

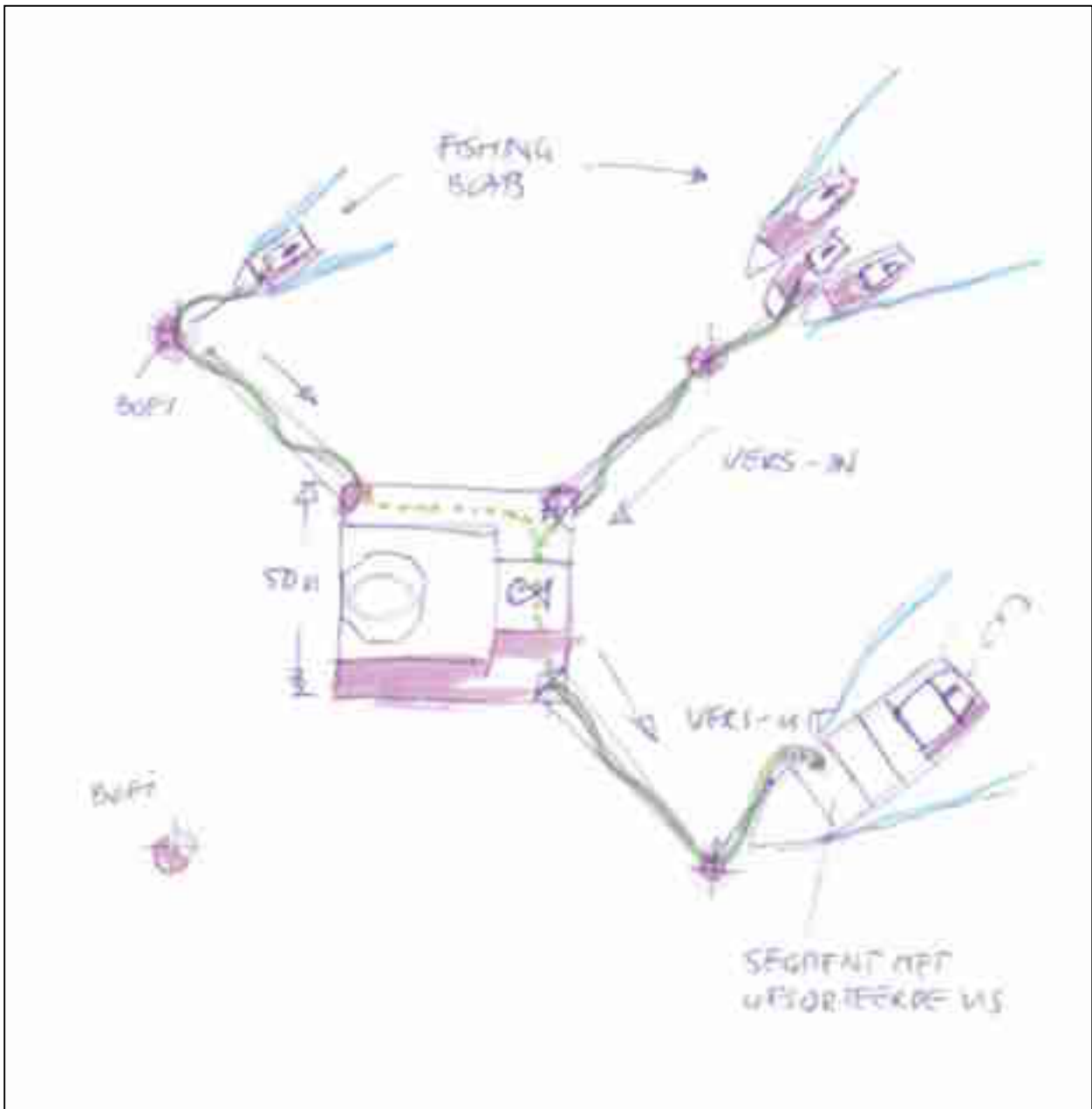
### **Organisatie**

In kotters vindt nu al voorsortering van vis plaats, plus invriezen en inkisten. De visserij zal niet gewillig staan tegenover één centrale visafslag. De organisatorische aspecten van dit concept moeten nader uitgewerkt worden.



### 3.4.2 Ontwerpschetsen





## 3.5 Almare

### 3.5.1 Beschrijving

Almare is een *final frontier*, vergelijkbaar met het stichten van kolonies op de maan, Mars of in de ruimte. Echter met dit verschil dat al veel ervaring bestaat met het bouwen van offshore-installaties inclusief bewoning daarvan door elkaar afwisselende ploegendiensten.

Het idee om nieuwe woonmilieus op open zee water te vestigen, kent een precedent. Dat is het onlangs afgebrande en zeer recent te koop vrijgekomen ministaatje SeaLand (zie bijlage 3). Er liggen kansen voor dergelijke drijvende woonconcepten in het

Midden-Oosten en in dichtbevolkte kustmetropolen in Zuidoost-Azië. Daar is het investeringsklimaat en het nodige lef aanwezig voor aansprekende projecten. Denk aan Palmeiland of de aangelegde werelddelen in de Rode Zee, die aangelegd zijn met behulp van Nederlandse expertise!

Maar ook dichterbij in Europa en zelfs Nederland zijn locaties denkbaar waar een drijvend woon/recreatie/conferentiekunstwerk zeer aantrekkelijk kan zijn. Denk aan Schelphoek in Zeeland, een rondreizend (te verslepen of met eigen aandrijving) onderwater hotel/conferentieoord. Dat is nog niet eerder vertoond!

Vanuit deze exclusieve woonfunctie kunnen andere functies zich ontwikkelen, zoals recreatie, vergaderruimte, kantoorruimte. Zo kunnen meerdere functies met gebruik van dezelfde module ontwikkeld en vermarkt worden.

Een impressie van een Almare-module is schetsmatig weergegeven in 3.5.2. De schetsen laten een woon/conferentiemodule zien waar zowel boven als onder water kan worden gewoond. Tevens zijn enkele varianten voor een andere invulling van het deel boven water geschetst – de vier poten bieden een groot aantal ruimtelijke mogelijkheden.

### **Economische aspecten**

De kosten van een dergelijk nieuw concept hoeven in beginsel niet torenhoog te zijn, aangezien er op veelal bestaande technieken voortgeborduurd kan worden. De moeilijkheid in dit ontwerp zit met name in de vermarkting van het concept, zodat opbrengsten gegenereerd kunnen worden. Er zijn zeker enkele sterke economische dragers te vinden. Afhankelijk van de functie en mogelijke investeringsubsidies zou dit idee verder uitgewerkt kunnen worden. De woonfunctie zou hierin een leidende rol kunnen vervullen.

### **Juridische aspecten**

Dit concept is een geheel nieuwe vorm van ruimtelijke ordening. De huidige wetgeving is daar nog niet op aangepast. Zoals eerder vermeld, ontbreekt een integraal plan voor de Noordzee. Verder is er geen ervaring met zaken als milieu en veiligheid voor woonmilieus op en in de zee. Op dit gebied is daarom nog veel inspanning nodig om dit project te kunnen realiseren.

### **Ecologische aspecten**

Zoals vermeld bij de andere ontwerpen, zullen ecologische grenswaarden en milieu-effecten afhankelijk van de functie vastgesteld worden. Vast staat dat visteelt in gesloten constructies zal moeten plaatsvinden.

### **Technologische aspecten**

De techniek voor dit ontwerp is deels bestaande offshoretechniek (*semi submersible*), zoals drijf- en duwbakconstructies. De combinatie met onderwaterruimtes en de gekoppelde modulestructuur zal nog wat ontwikkeling vergen, bijvoorbeeld op het gebied van klimaatregeling of afvalverwerking. Voor de constructies ten behoeve van viskweek en biomassateelt wordt aangesloten bij technieken die bij de andere concepten reeds beschreven zijn. De flessenhalsvorm met

ver Nauwing ter hoogte van het wateroppervlak zorgt voor een beperkte impact van de golfslag op de constructie. Het grote volume onder water in combinatie met de verankering zal zeer traag en weinig deinen, en zal bijdragen aan het leefcomfort van de module.

### **Maatschappelijk draagvlak**

Maatschappelijk draagvlak zou er zeker kunnen zijn voor een dergelijk ontwerp. Duurzaamheid, vooral ten aanzien van de ecologische aspecten, is dan wel cruciaal. Het draagvlak zal ook afhangen van de functie die eraan gegeven wordt (niet iedereen wil onder water wonen) en de locatie van de module.

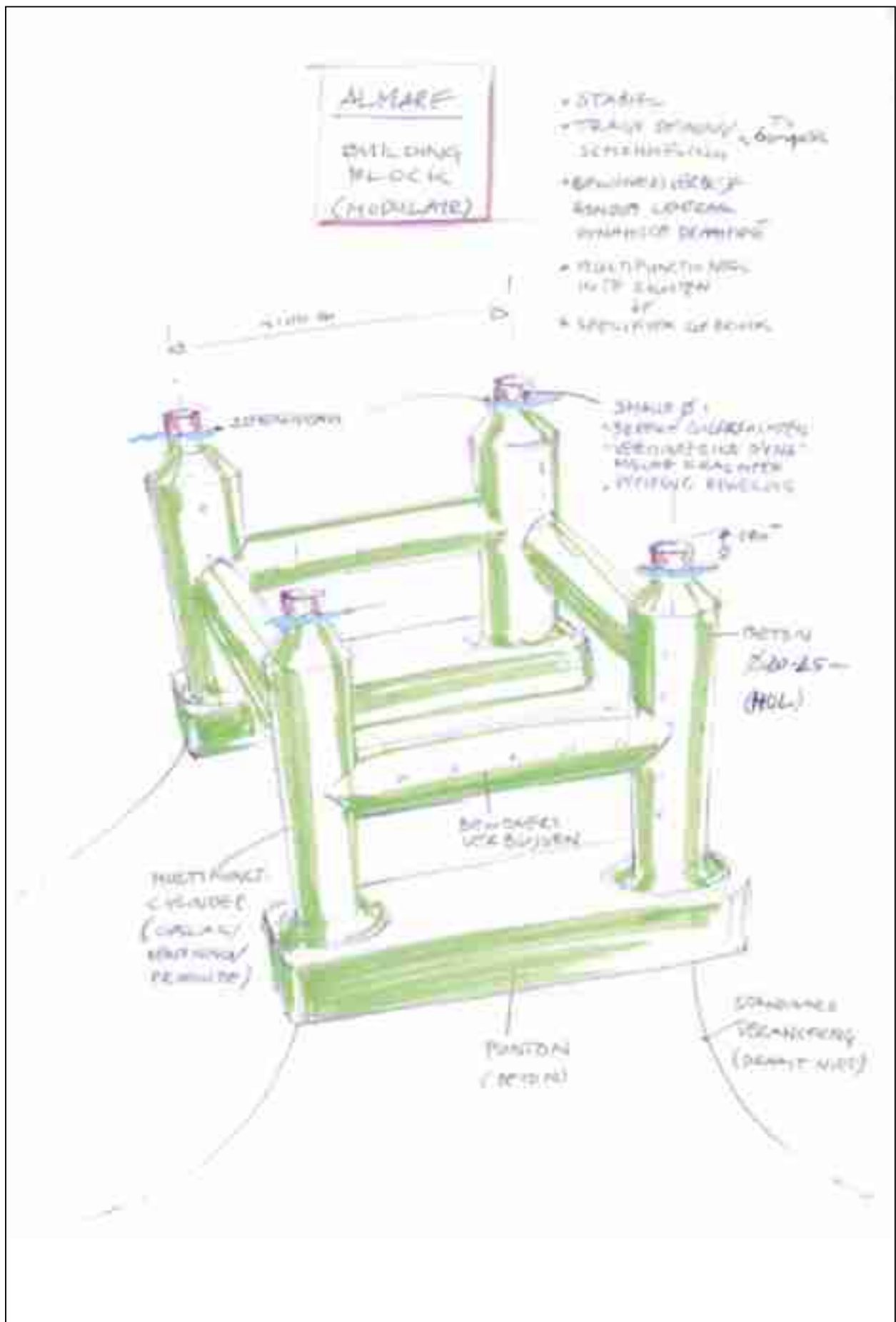
### **Organisatie**

De organisatie van een dergelijk ontwerp hoeft in principe geen belemmering voor realisatie te zijn, mits enthousiaste partijen bij elkaar komen en er een duidelijke functie voor het ontwerp gevonden kan worden. Multifunctionele concepten leveren vaker problemen op.

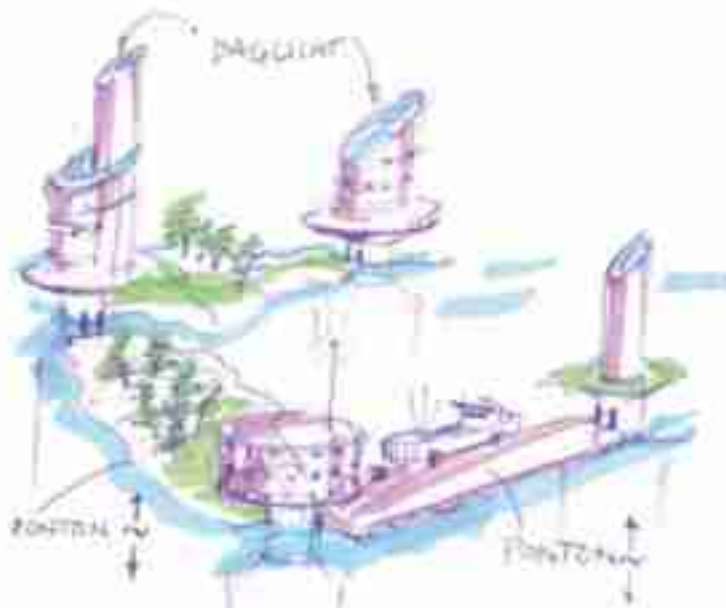
De noodzaak van één gedeeld belang of functievervulling is dan ook cruciaal voor het slagen van het project.

Ervaring met dergelijke complexe ruimtelijke ordeningsprojecten is aanwezig bij Habiforum (<http://www.habiforum.nl>). Door wetenschap, beleid en praktijk wordt gezocht naar vernieuwende oplossingen voor ruimtegebruik middels “proeftuinen” en onderzoeksprojecten gericht op het verkleinen van de kennislacunes.

## 3.5.2 Ontwerpschetsen

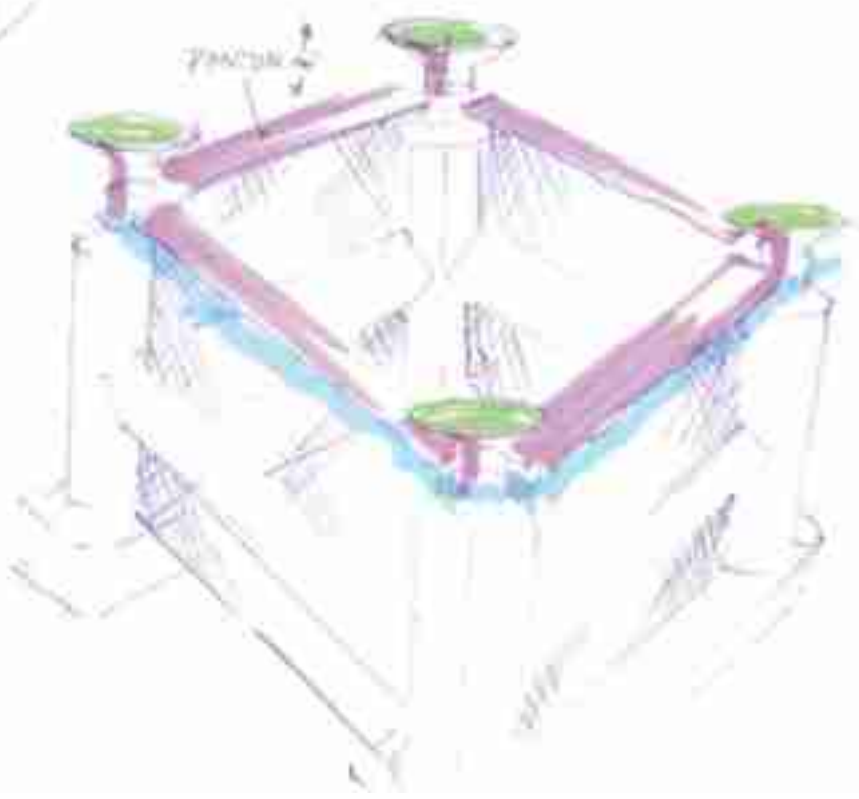


VORLAGEZEICHEN



REZEPTION / WOHEN / KONFERENZT / HAUSEN

STREIFE / TRAPPE / AUS









# 4.

## Beoordeling, discussie en vervolg

### 4.1 Vergelijking

Het project BioQ8 kan op korte termijn (3-5 jaar) ontwikkeld worden. Het betreft een innovatieve combinatie, waarbij gebruik gemaakt wordt van een bestaande infrastructuur en constructie, van bestaande en nieuwe technologie, en met aansluiting bij bestaande en nog aan te passen methoden van aquacultuur op open zee. De aansluiting bij de bestaande infrastructuur levert tijd- en kostenvoordeel.

Het North Sea Fish Platform kan eveneens op korte termijn ontwikkeld worden. Dit is een combinatie waar ook een verbinding gezocht wordt met andere functionaliteiten binnen de vissector (logistiek, monitoring en mogelijk ook duurzaam energiegebruik).

Op langere termijn (10-20 jaar) spelen de projecten Sea-Spar-Star (drijvende windturbine) en Almare, waarbij de laatste een meer radicaal innovatief karakter heeft, gericht op wonen, werken en leven op zee. De ontwerpen die op korte termijn haalbaar zijn (BioQ8 en North Sea Fish Platform), kunnen bijdragen aan de ontwikkeling van de beide andere ontwerpen.

Op basis van de beschrijving van de vier ontwerpen in het vorige hoofdstuk en de toepassing van de criteria op de ontwerpen, kan de volgende tabel worden opgesteld:

Criterion	BioQ8	Sea Spar Star	North Sea Fish platform	Almare
Economisch	+/-	-	-	+/-
Juridisch	+/-	+	+/-	-
Ecologisch	+/-	+/-	+/-	+/-
Technologisch	+	-	+	+/-
Draagvlak	+	+	+/-	+
Organisatie	+	-	-	+

Tabel 2: Beoordeling van de ontwerpen aan de hand van verschillende criteria.

- + Dit criterium zal waarschijnlijk niet de kans van slagen hinderen en zal zeker bijdragen aan de haalbaarheid
- Dit criterium is een hindernis in de ontwikkeling van dit project en verlaagt de kans van slagen van het project
- +/- Voor dit criterium bestaat onzekerheid of dit wel of niet een belemmering van de realisatie van het project is

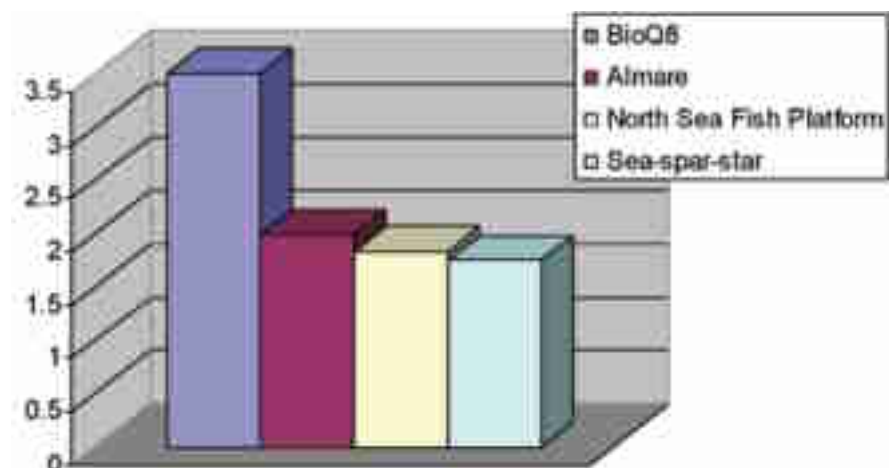
Uit bovenstaande tabel wordt duidelijk dat BioQ8 het meest haalbaar lijkt. Almare en North Sea Fish Platform komen op een tweede en derde plaats. Sea-Spar-Star scoort binnen het huidige ontwerp niet erg goed. Dit heeft met name te maken met de nog sterk in ontwikkeling zijnde drijvende constructie voor windmolens en de beperkte ervaring in de combinatie van aquacultuur met offshorewindmolenparken.

Tussen de ontwerpen bestaan mogelijke relaties (zie ook figuur en tekst in 3.1). Zo zou Sea-Spar-Star als spin-off van een verder ontwikkeld BioQ8-concept tot stand kunnen komen. Hetzelfde geldt voor het Almare-concept als vervolg op het North Sea Fish Platform. Bij deze transitie vormt een bestaande constructie de kern voor het opdoen van ervaringen met woon/werkfuncties op zee, welke daarna in een verbeterde vorm in een drijvende constructie verwerkt kunnen worden. Indien men rekening houdt met deze ontwikkelingen zou de score van haalbaarheid er iets anders uitzien: eerst BioQ8, dan Sea Spar Star, dan North Sea Fish en dan Almare.

## 4.2 Ranking

Op basis van de scoringstabel in paragraaf 4.1 en de beoordeling door de ateliederdeelnemers, kan de volgende ranking in kans van slagen van de ont-

Figuur 11: Geschatte haalbaarheid van de ontwerpen (1=niet; 4=zeker haalbaar).



werpen aangegeven worden, binnen een schaal van 1 (niet haalbaar) tot 4 (zeker haalbaar).

Bovenstaande figuur toont zowel de mening van de atelierdeelnemers als de experts omtrent de haalbaarheid van de ontwerpen.

BioQ8 is zowel volgens de atelierdeelnemers als de experts het meest haalbare concept. Bij de overige ontwerpen liggen de meningen tussen de groepen ten aanzien van de haalbaarheid, verder uit elkaar.

North Sea Fish Platform en Almare kennen naar verhouding minder technische dan maatschappelijke knelpunten. Waar Almare nog gezien kan worden als een uit vrije wil op te zoeken oord op zee, is North Sea Fish Platform met name een reorganisatie van de visserijsector. Almare zal naar verwachting beginnen als een exclusief woon/vakantieverblijf en heeft het meest toekomstgerichte karakter van de ontwerpen. Een concept tussen de North Sea Fish Platform- en Almare-ontwerpen in, bijvoorbeeld woon/recreatiefuncties geven aan een bestaand olieplatform, zou een mooie eerste stap kunnen zijn binnen deze transitie naar wonen en werken op zee.

De haalbaarheid van Sea-Spar-Star neemt toe indien gekozen wordt voor een bevestiging aan vaste constructies, zoals bij BioQ8. Ook is technisch relatief eenvoudig een pilotproject te realiseren door in een bestaand offshorepark een aantal funderingen voor windturbines met de visbassins uit te rusten, rekening houdend met de belastingen die op de fundering uitgeoefend mogen worden.

## 4.3

### Vorming consortium: van BioQ8 naar Zeenergie

De reeds gelegde contacten met platformeigenaar Wintershall, de in het atelier gelegde contacten, de daar geopperde ideeën en het verder uitgewerkte BioQ8-ontwerp hebben geleid tot de aanzet voor een mogelijk consortium: Zeenergie. Een consortium Zeenergie heeft als doel verschillende duurzame functies in synergie met elkaar op zee te realiseren: duurzame energieproductie (waverotor), aquacultuur voor voeding en energie (visolie en biodiesel uit algen) en CO<sub>2</sub>-opslag gekoppeld aan bestaande en uit gebruik zijnde olie/gas platforms.

In 2007 heeft een workshop plaatsgevonden waarin de beoogde partners en medeontwikkelaars hebben vastgesteld in hoeverre de verdere ontwikkeling van BioQ8 reëel is.

Het is de bedoeling dat het te vormen consortium Zeenergie het initiatief geleidelijk overneemt van InnovatieNetwerk. De consortiumpartners zullen meer en meer bepalen in welke richting men het verder wil ontwikkelen. Zij steken eigen middelen en mankracht in het project. De partners bepalen wie naast hen kan deelnemen aan het project.

InnovatieNetwerk houdt een adviserende en ondersteunende rol. Vanaf welke fase in de ontwikkeling het consortium het project volledig zelf trekt, is nu nog niet vastgelegd.



# Bijlage I: Betrokkenen Mariene Parken

## Deelnemerslijst ontwerpatelier

Voor- en achternaam	Organisatie
Okker van Batenburg	Dr. O.D. van Batenburg BV
Rob van Beek	Ecofys BV
Hanneke van den Berge	Wintershall Noordzee BV
Vincent van den Berkel	Ecoventures
Bela Buck	Alfred Wegener Institute for Marine Research
Mark Olsthoorn	IMSA Amsterdam
Louis Coulomb	Ecofys BV
Hans Cozijn	Maritime Research Institute Netherlands (MARIN)
Pascal Ferier	K.C.I. BV
Its van der Es	Climate Policies International
Bas Greiner	Happy Shrimp Farm
Sape de Haan	Visser & Smit Hanab BV
Joost van Iperen	Fugro Engineers BV
Jan Ketelaars	Plant Research International - WUR
Esther Luiten	Stichting De Noordzee
Job Munten	Happy Shrimp Farm
Reinout Prins	P&R Systems
J.H. Reith	ECN BKM
Peter Scheijgrond	Ecofys BV
Quirin Sluijs	Ecofys BV
Bart Steuten	Bluewater Energy Services BV
Jan van Dalfsen	TNO Imares
Chris Westra	ECN / We@Sea
Jan de Wilt	InnovatieNetwerk

**Deelnemers expertmeeting**

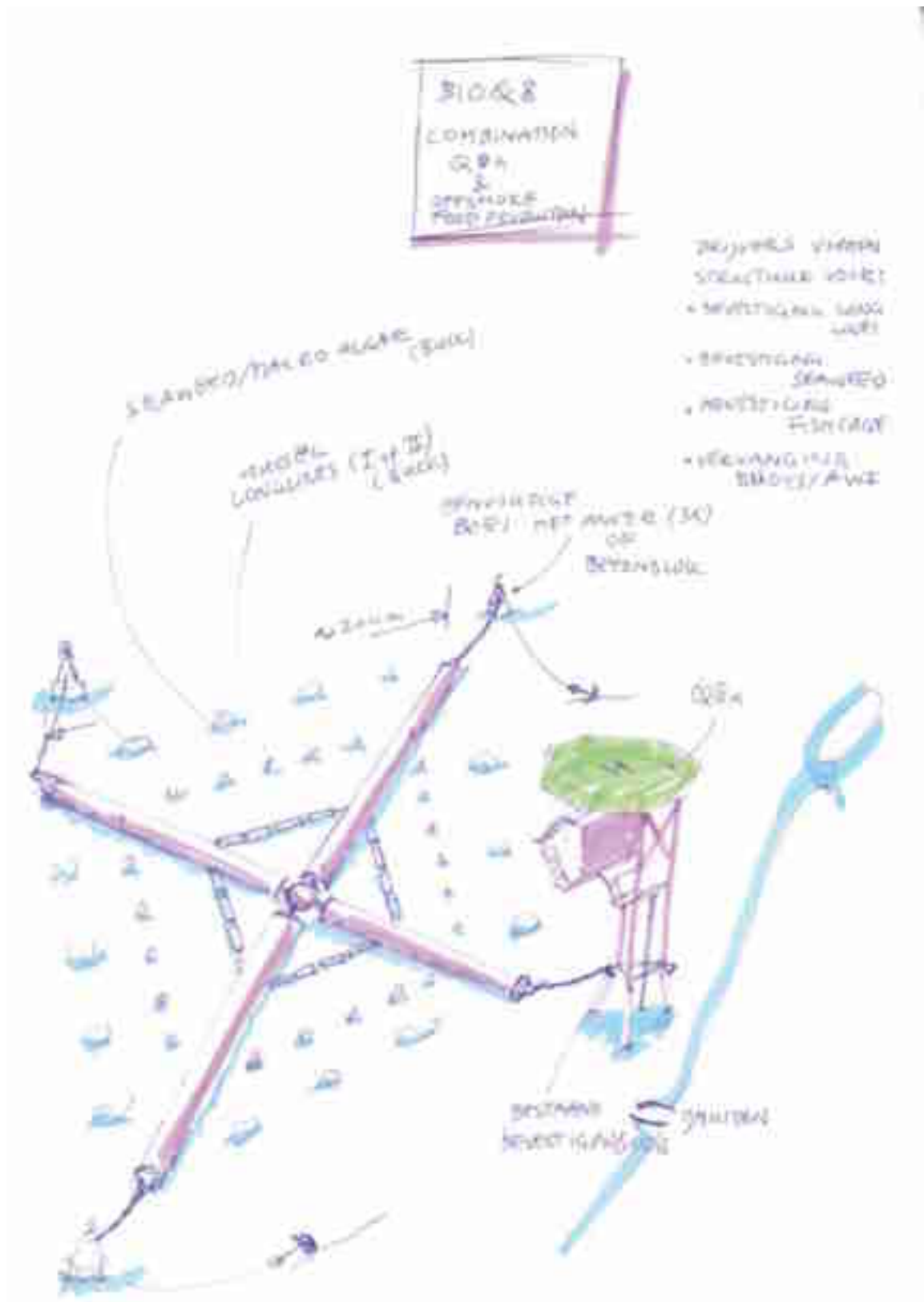
<b>Voor- en achternaam</b>	<b>Organisatie</b>
Martin van Wensen	Rijkswaterstaat, Directie Noordzee
Henk Demkes	Productschap Vis
Willem Brandenburg	Plant Research International - WUR
Gilbert Curtessi	Happy Shrimp Farm
Jan de Wilt	InnovatieNetwerk
Rob van Beek	Ecofys BV
Anouk Florentinus	Ecofys BV

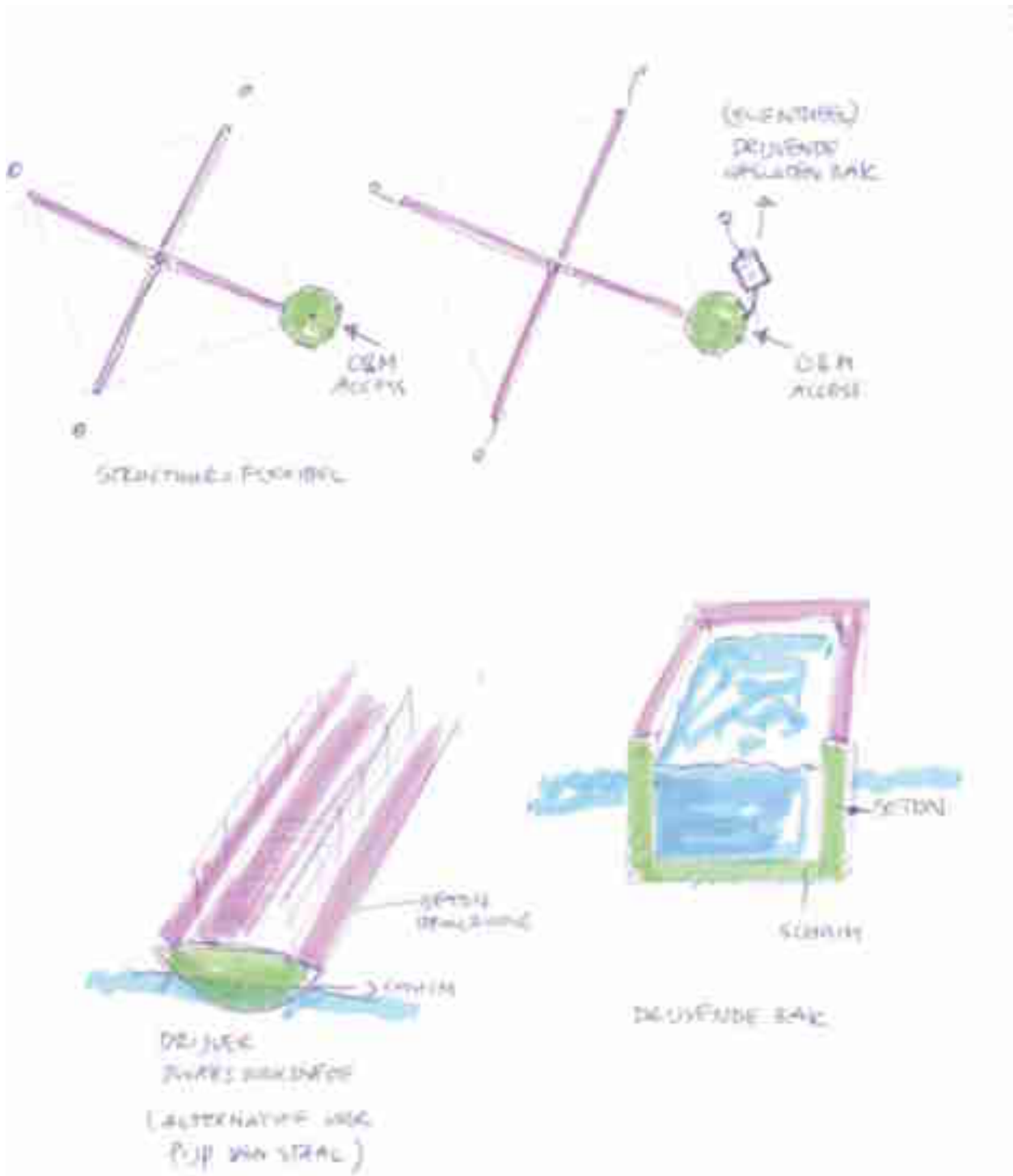






# Bijlage 2: Originele schetsen BioQ8









# Bijlage 3: Artikel Sealand

Als voorbeeld voor het concept van Almare staat in de Trouw van 09-01-2007 een artikel over ministaatjes:

## “Prins Roy van Sealand biedt land te koop”

**Prins Roy van Sealand**

Het 80-jarige "staatshoofd" van het "Prinsdom Sealand" zoekt kopers die zijn land over wilt. Het is een ministaatje met een oppervlakte van 200 vierkante meter. Het is een voorname plek met een prachtige uitzicht op de zee.

Sealand ligt in de Tweede Wereldoorlog als verdedigingsinstallatie voor de kust van Engeland. Het staat onder de naam Rough Tower. Het werd in 1972 overgenomen door de prins van Sealand, Roy Bates. Het is nu een ministaatje met een oppervlakte van 200 vierkante meter. Het is een voorname plek met een prachtige uitzicht op de zee.

De prins van Sealand heeft een plan om het land te verkopen. Hij wil het land aan kopers aanbieden die het land willen gebruiken voor andere doeleinden. Het land is nu een ministaatje met een oppervlakte van 200 vierkante meter. Het is een voorname plek met een prachtige uitzicht op de zee.

**Prins Roy van Sealand**

Het 80-jarige "staatshoofd" van het "Prinsdom Sealand" zoekt kopers die zijn land over wilt. Het is een ministaatje met een oppervlakte van 200 vierkante meter. Het is een voorname plek met een prachtige uitzicht op de zee.



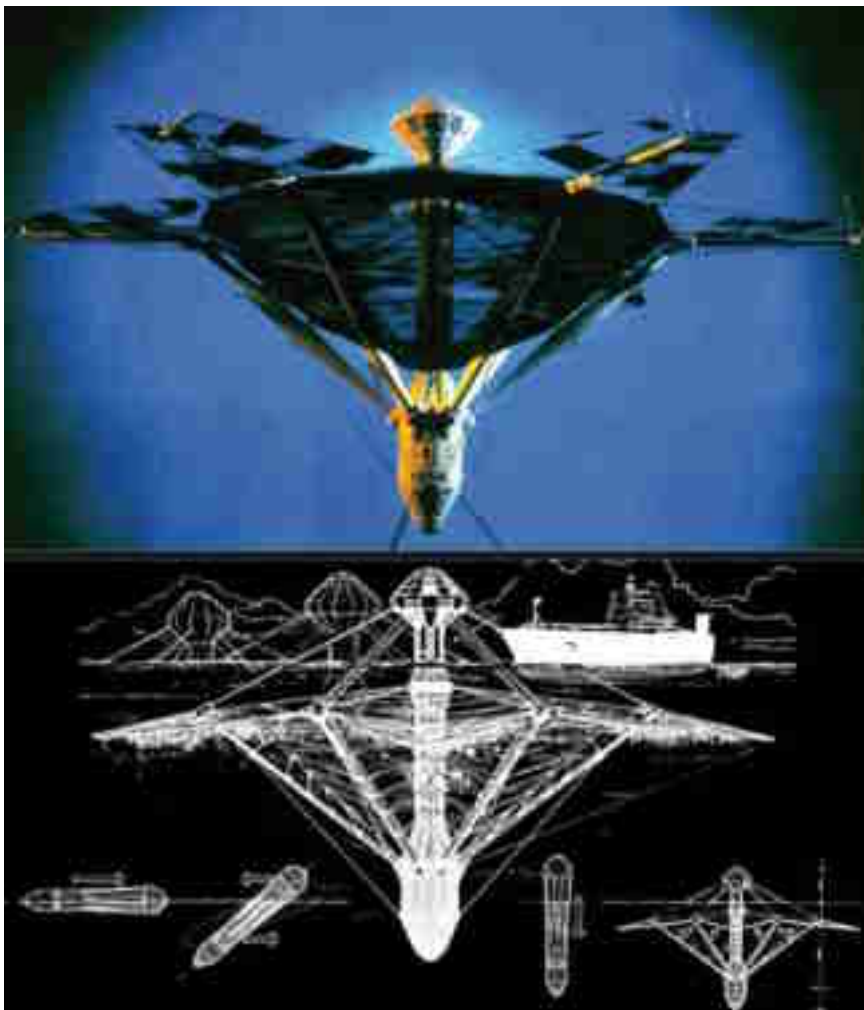
**Prins Roy van Sealand**

Het 80-jarige "staatshoofd" van het "Prinsdom Sealand" zoekt kopers die zijn land over wilt. Het is een ministaatje met een oppervlakte van 200 vierkante meter. Het is een voorname plek met een prachtige uitzicht op de zee.



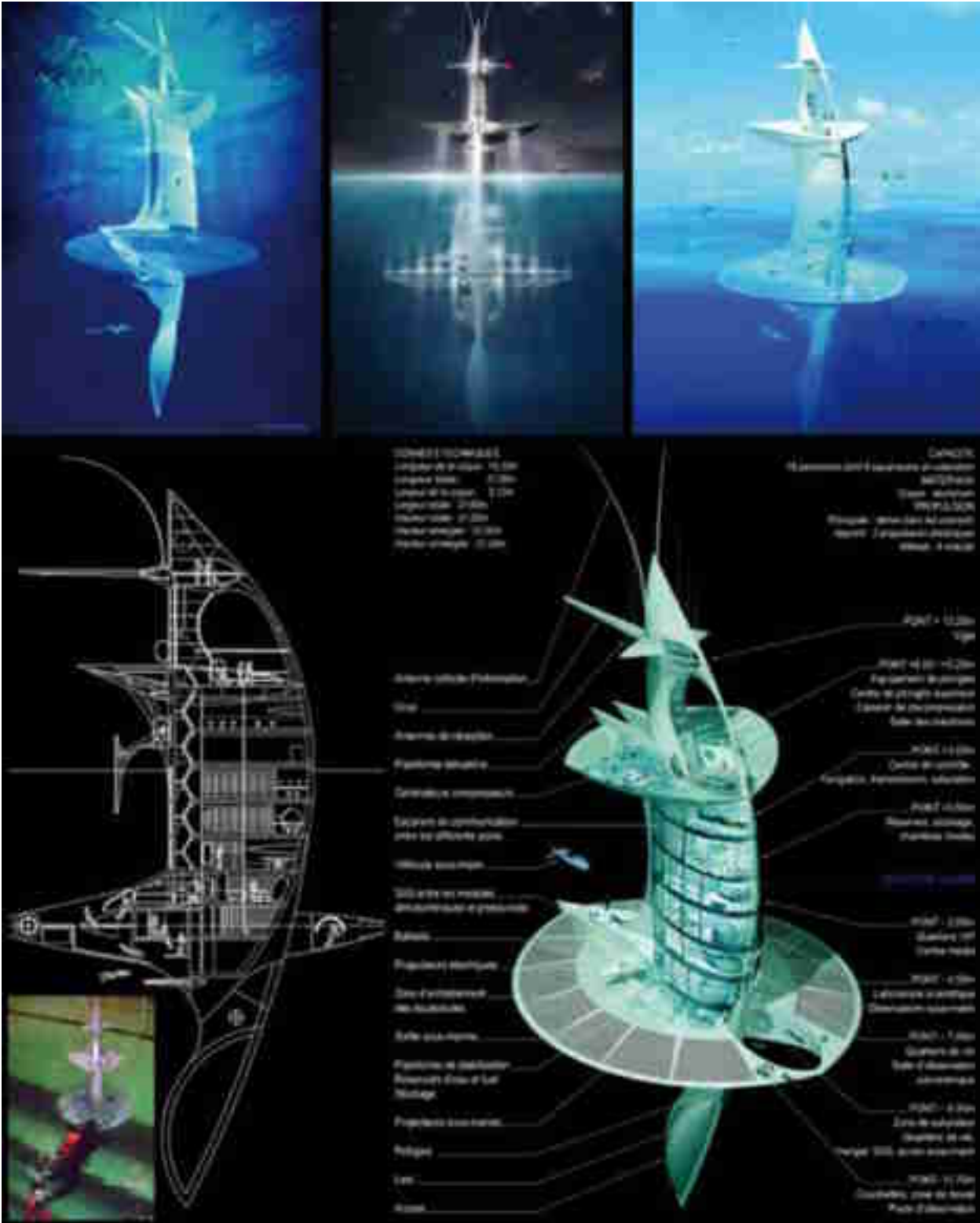
# Bijlage 4: Jacques Rogerie's Seafarm en Sea Orbiter

Als inspiratie voor de concepten van BioQ8 en Sea Spar Star dienen onderstaande referenties naar eerdere innovatieve ontwerpen:



---

*Figuur 12: SeaFarm (1973):  
Drijvende boei voor zeeeteelt.*



Figuur 13: SeaOrbiter:  
 Wetenschappelijk observatiecentrum.  
 Video: <http://www.rougerie.com/13,v1.html>.







# Bijlage 5: Referenties

- *Bio-offshore: Grootschalige teelt van zeeieren in combinatie met offshore windparken in de Noordzee.* ECN; Augustus, 2005.  
[www.ecn.nl/library/reports/2005/c05008.html](http://www.ecn.nl/library/reports/2005/c05008.html).
- *Coupled Dynamic Modeling of Floating Wind Turbine Systems,* Conference Paper, March 2006, MIT/NREL, NREL/CP-500-39481.
- *Floating offshore wind turbines for shallow waters.* ECN-rapport, RX-03-039.
- Jacques Rogerie : <http://www.rougerie.com/1.html>



---

Marine Parks: Designs for sustainable energy and biomass at sea.  
Rob van Beek et al;  
InnovationNetwork Report No 08.2.168, Utrecht, June 2008

---

The society we live in today calls for new, sustainable solutions within the field of energy provision and food production. Central to this predicament is the increasing strain being put on our available sources. Examples of this include overfishing of the oceans and the North Sea and the heavy demand on electricity supplies in Europe, the knock-on effect of which has been an increase in tensions in the oil and gas markets.

“Marine Parks” pursues the sustainable multiple use of space, using potential functional combinations such as production of aquatic biomass and energy sourcing at sea. This report outlines promising combinations of sustainable energy production, sustainable aqua culture (biomass and fish) and innovative new residential and recreational facilities at sea.

A workshop and a series of interviews held with experts produced the following four designs for the Marine Parks concept:

- **BioQ8:** Floating aqua culture (saline biomass such as seaweed and algae, shellfish and fish) combined with the production of sustainable energy through tidal and wave energy, using existing fixed oil or gas platform constructions.
- **Sea-Spar-Star:** Aqua culture linked to floating wind turbines at deeper offshore locations.
- **North Sea Fish platform:** central fish market for collecting, monitoring, processing and distributing catch from the North Sea, possibly combined with tidal and wave energy and using an existing oil platform.

- **Almare:** floating construction with underwater areas and aquaculture, possibly supplemented with tidal or wave energy production and wind energy, for a range of purposes such as housing and recreation.

These four designs have been developed further and assessed for feasibility based on a number of criteria.

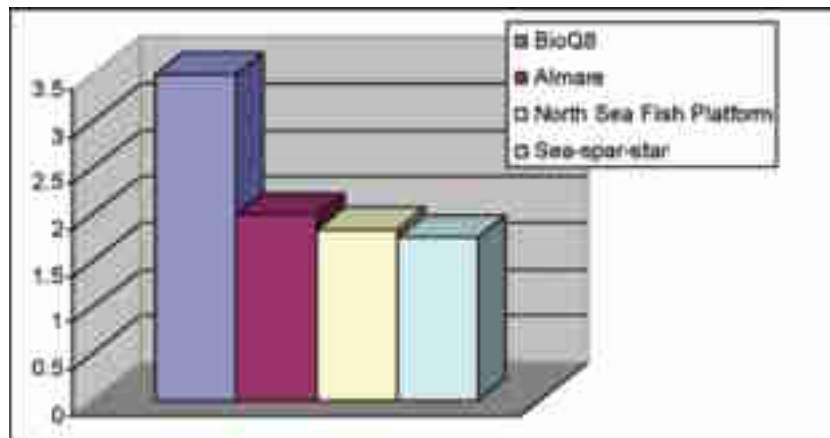
Criterion	BioQ8	Sea Spar Star	North Sea Fish platform	Almare
Economic	+/-	-	-	+/-
Legal	+/-	+	+/-	-
Ecological	+/-	+/-	+/-	+/-
Technological	+	-	+	+/-
Support	+	+	+/-	+
Organization	+	-	-	+

Table 3: Feasibility of the designs based on various criteria

- + this criterion will probably not hinder the chance of success and will most certainly contribute to the feasibility.
- this criterion is an obstacle to the development of this project and lowers its chance of success.
- +/- there is a degree of uncertainty as to whether this criterion will or will not prove a hindrance to the project’s realization.

Based on the above table of scores and the assessment from the workshop participants on each project’s feasibility, the following bar chart has been drawn up. The designs are listed in order of their success potential on a scale of 1 (not feasible) to 4 (definitely feasible).

Figure 14: Estimated feasibility of designs (1=not; 4=definitely feasible). Both the workshop participants and the experts feel that BioQ8 is the most feasible concept.



Contacts already established with the owner of the existing gas platform Q8a, Wintershall, those established during the design workshop, the ideas proposed during the workshop and the further development of the BioQ8 design have all helped lay the foundations for a possible consortium agreement on BioQ8. The sample design – though very imaginative and ‘logical’ – is merely a first draft. In consultation with the potential consortium partners, the design will need to be further developed in a number of respects to form a complete business case.

